

l. med.

524

nd

M. med. 524 $\frac{p}{=}$

Knauthe

Bayerische Staatsbibliothek



<36652455360012

Verlag von OTTO WIGAND in Leipzig.

Das Verhalten
der
Eigenwärme in Krankheiten.
Eine Anleitung

zur
Thermometrie bei Kranken
und zu ihrer Verwerthung für die Erkenntniss der Gesetze des Krankheits-
verlaufs, sowie für eine schärfere Diagnose und Prognose

für
Aerzte und Studirende

von
Prof. Dr. C. A. Wunderlich.

Zweite vermehrte Auflage.

Mit 38 Holzschnitten und 7 Tafeln.

Preis 8 M.

Climatische Kurorte
und
ihre Indicationen

von
Dr. A. Biermann.

Preis 3 M.

Hochgebirge und Lungenschwindsucht.

Ein Beitrag zur Climatotherapie.

Von
Dr. A. Biermann.

Preis 2 M. 50 Pf.

Verlag von OTTO WIGAND in Leipzig.

Das tuberkelähnliche
Lymphadenom.

(Der cytogene oder reticulirte Tuberkel.)

Von

Prof. E. Wagner.

Mit 2 Tafeln Abbildungen.

Preis 2 M. 50 Pf.

Das

Geheimmittel-Unwesen.

Nebst

Vorschlägen zu dessen Unterdrückung.

Von

Prof. Dr. H. E. Richter.

Erstes und zweites Bändchen. à 1 M. 50 Pf.

Die Organisation

des

preussischen Hebammenunterrichts

nach den Anforderungen der Gegenwart.

Ein Beitrag zur Vervollkommnung des Hebammenwesens

von

Dr. Ottomar Wachs.

Preis 2 M.

Handbuch
der
pneumatischen Therapie.



Handbuch der pneumatischen Therapie.

von Dr. J. J. Schlegel.

Leipzig, Verlag von C. F. Winter.

1841.

Preis 1 Thaler.

Handbuch

der

pneumatischen Therapie.

—

preussische Medicinal-Verordnungen

über die Behandlung der Pneumonie.

Die Befugnisse der Aerzte und Hebammen.

Dr. J. J. Schlegel.

1841.

Handbuch der pneumatischen Therapie.

Für praktische Aerzte und Studirende der Medicin

bearbeitet

von

Dr. Theodor Knauthe,

Meran, Südtirol.

Mit einem Anhang:

Das Pneumatometer, der Stethograph, der Anapnograph, das Thorakometer etc.

Mit 35 Abbildungen.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1876.

Handbuch

der

pneumatischen Therapie.

Für praktische Ärzte und Studierende der Medicin

bearbeitet



Mit einem Anhang:

Das Pneumometer, der Stethograph, der Anapnoograph, das Thoraxometer etc.

Mit 35 Abbildungen.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1876.

Vorwort.

In Folge meiner Berichte über „pneumatische Therapie“ für die weitverbreiteten Schmidt'schen medicinischen Jahrbücher sind mir so viele anerkennende Schreiben und Anfragen um Auskunft über einzelne Punkte dieser Wissenschaft von Aerzten aus dem „Orient und Occident“ zugegangen, dass ich darin nicht nur den Beweis, genützt zu haben, mit freudiger Genugthuung erkennen konnte, sondern auch das Bedürfniss nach einer umfassenderen kurzen Darstellung dieser Wissenschaft bei den praktischen Aerzten, bei welchen sich selten schnell wenigstens ein Theil der pneumatischen Therapie (die transportablen pneumatischen Apparate) Eingang zu verschaffen gewusst hat, erblicken zu können glaubte.

Ich habe daher unter gleichzeitiger beifälliger Zustimmung kompetenter berühmter Autoritäten eine mehr oder weniger kritische Bearbeitung der gesamten pneumatischen Therapie unter Zugrundelegung

der gesammten daraufbezüglichen Literatur unternommen und übergebe diese Arbeit nunmehr den praktischen Aerzten wie auch Studirenden der Medicin mit der Bitte, in gleich nachsichtiger Weise dieselbe aufnehmen und beurtheilen zu wollen, wie jene oben erwähnten Berichte.

Manchen Kapiteln sind originale Ansichtsentwicklungen beigelegt, diese empfehle ich zur eingehenden Prüfung.

Als Anhang habe ich die neueren instrumentalen Hilfsmittel zur Untersuchung der Respirationskrankheiten gegeben und kurz deren Anwendungsweise mitgetheilt. Dieser Anhang macht in keiner Weise irgend welchen Anspruch auf Vollkommenheit, was ich ausdrücklich betont haben will; er soll nur für den augenblicklichen Fall als Auskunftsmittel dienen.

Alle, welche ein Buch der Oeffentlichkeit übergeben, haben die gleichen Wünsche; sie zu specificiren halte ich für überflüssig.

Meran, im Juni 1876.

Dr. Theodor Knauth.

Inhalt.

	Seite
Vorwort	V
Begriff	1
Das pneumatische Kabinett	3
Geschichte	6
Literatur	11
Konstruktion der pneumatischen Kabinette. (Das Kabinett von Tabarié, G. Lange, zu Reichenhall)	15
Art der Benutzung des pneumatischen Kabinettes. (Druck, Sitzungsdauer, Anzahl der Sitzungen)	28
Physikalische Veränderungen der Luft im pneumatischen Kabi- nett, nebst physiologischen Folgerungen	30
Die komprimirte Luft im pneumatischen Kabinett	36
1) Wirkungen derselben	36
A. auf die Sinnesorgane	37
B. auf den Mechanismus und Chemismus der Respira- tion (Stoffwechsel)	40
C. auf die Cirkulation (den Puls, das Herz, die peri- pheren Blutgefäße, Entschleussung)	51
D. auf verschiedene andere Organe (Gehirn, Nieren, Digestionsorgane)	57
E. auf die Körperwärme	58
2) Kritik über die Wirkungen der komprimirten Luft des pneumatischen Kabinettes	59
3) Therapeutische Verwendung der komprimirten Luft im Kabinett	65

	Seite
Das pneumatische Kabinett mit Ausathmungsrichtungen in ein dünneres Medium	80
Die verdünnte Luft im pneumatischen Kabinett (und der Höhenaufenthalt)	85
Die transportablen pneumatischen Respirationsappa- rate	93
Geschichte	95
Literatur	99
Allgemeine Vorbemerkungen und Begriffe zur vorläufigen Orientirung	102
Anwendungsbreite der transportablen pneumatischen Appa- rate	102
Unterschied der pneumatischen transportablen Apparate vom pneumatischen Kabinett	103
Druckgrade im Allgemeinen	104
Modifikationen der Anwendungsart	105
Die verschiedenen transportablen pneumatischen Respirations- apparate	105
Der Hauke'sche Apparat	106
Die Berkart'schen Apparate	111
Horace Dobell's Residualluftpumpe	113
L. Waldenburg's transportabler pneumatischer Apparat	115
Der verbesserte Waldenburg'sche Apparat	123
v. Cube's pneumatischer Doppelapparat	126
Schnitzler's Respirationsapparate	132
Tobold's pneumatischer Apparat	151
Der Weil'sche Doppelapparat	155
Biedert's Rotationsapparat	159
Biedert's Balg	165 u. 166
B. Fränkel's billiger pneumatischer Apparat	165
Der Störk'sche Athmungsapparat	173
Treutler's Apparat	178
Der Meraner pneumatische Apparat	180
Vorschläge zur Herstellung verdichteter und verdünnter Luft	181
Masken oder Mundstücke?	183

	Seite
Stehen oder Sitzen bei Benutzung des Apparates? . . .	185
Luftbezug und Luftableitung an den Apparaten . . .	186
Verhütung von Ansteckung durch die Apparate . . .	187
Welchen Apparat sollen wir uns kaufen? . . .	188
Wirkung der transportablen pneumatischen Apparate . . .	190
I. Mechanische Wirkung auf die Respiration . . .	190
1) Inspiration komprimirter Luft . . .	190
2) Expiration in verdünnte Luft . . .	197
3) Inspiration verdünnter Luft . . .	201
4) Expiration in komprimirte Luft . . .	202
II. Mechanische Wirkung auf die Cirkulation und das Herz	203
1) Inspiration komprimirter Luft . . .	209
2) Expiration in komprimirte Luft . . .	215
3) Expiration in verdünnte Luft . . .	216
4) Inspiration verdünnter Luft . . .	219
III. Allgemeinwirkungen . . .	219
Wirkung des sogenannten kombinirten Athmungsverfahrens .	220
Unterstützungsmittel bei Anwendung der komprimirten Luft	
(Seitenlage, Umschnürung der Brust, Armhaltung) . . .	222
Inspiration erwärmter komprimirter und mit flüchtigen Medi-	
kamenten geschwängelter Luft . . .	224
Therapeutische Anwendung der transportablen pneumatischen	
Apparate . . .	227
I. Krankheiten der Respirationsorgane . . .	227
II. Herzkrankheiten . . .	249
Kontraindikationen . . .	254
Anhang. Wirkung auf's Gehörorgan, auf den Darmkanal etc.	255
Verschiedene andere Mittel zur mechanisch-pneuma-	
tischen Lungenbehandlung . . .	257
Der pneumatische Panzer . . .	259
Die pneumatische Wanne [Spirophore. Anmerkung Seite 274]	261
Der Valsalva'sche und Weber'sche Versuch . . .	274
Der Müller'sche Versuch . . .	275
Tiefe, lang ausgedehnte Inspirationen . . .	275
Die Gerhardt'sche Expressionsmethode . . .	276
Das elastische Hemd . . .	278

	Seite
Anhang	279
Pneumatometer	281
Doppelstethograph	289
Spirometer	290
Anapnograph	295
Thorakometer (Cyrtometer, Stethogoniometer)	296
Nachtrag	299—306
Verschiedenen Inhalts zu S. 14, 80, 102, 105—180, 198, 208.	
G. Lange's pneumatischer Respirationsapparat	300
Geigel's transportabler pneumatischer Apparat	304

Begriff.

Unter pneumatischer Therapie versteht man die Wissenschaft von der Verwendung der atmosphärischen Luft zu Heilzwecken in mechanisch-chemischer Hinsicht durch künstliche Veränderung ihrer Dichtigkeit, im Gegensatz zur Klimatherapie (auch Luftheilkunde) oder zu der Wissenschaft, welche die Verwendung der Klimate, deren Bestandtheil nur die Luft bildet, lehrt.

Für Heilzwecke wird die Luft entweder verdichtet oder verdünnt.

Die verdichtete und verdünnte Luft wird entweder allgemein angewendet, so dass der ganze Körper dem künstlich erhöhten oder verminderten Luftdruck oder der künstlich verdichteten und verdünnten Luft ausgesetzt wird; oder lokal, wobei nur einzelne Theile und Organe des Körpers dem Einfluss des veränderten Luftdruckes unterliegen.

Die allgemeine Anwendung der komprimirten und verdünnten Luft geschieht im pneumatischen Kabinett, die lokale durch die transportablen pneumatischen Respirationsapparate und die übrigen pneumatisch-mechanischen Mittel.

Begriff.

Unter pneumatischer Therapie versteht man die Wissenschaft von der Verwendung der atmosphärischen Luft zu Heilzwecken in mechanisch-chemischer Hinsicht durch künstliche Veränderung ihrer Dichtigkeit im Gegensatz zur Klimatotherapie (auch Luftheilkunde) oder zu der Wissenschaft, welche die Verwendung der Klimate, deren Bestandtheil nur die Luft bildet, lehrt.

Für Heilzwecke wird die Luft entweder verdichtet oder verdünnt.

Die verdichtete und verdünnte Luft wird entweder allgemein angewendet, so dass der ganze Körper dem künstlich erhöhten oder verminderten Luftdruck oder der künstlich verdichteten und verdünnten Luft ausgesetzt wird; oder lokal, wobei nur einzelne Theile und Organe des Körpers dem Einfluss des veränderten Luftdruckes unterliegen.

Das pneumatische Kabinett.

(Bäder in komprimirter und verdünnter Luft.)

Da man an den unter stark erhöhtem Druck in Taucherglocken arbeitenden Personen verschiedene Wirkungen auf einzelne Organe und auf den Gesamtorganismus beobachtet hatte und diese Wirkungen glatte in Heilzwecken verwenden zu können, so kam man auf die Idee, zunächst den erhöhten Druck in passenden Apparaten, welche den Kranken einen bequemen Aufenthalt gestatten, herzustellen.

Die verdichtete Luft stellt man künstlich her, weil die Natur genügend wirkungsvolle Kompressionen an den tiefer als die Meeresfläche gelegenen Orten nicht hat. Ausserdem lag die Absicht auf künstliche Herstellung verdünnter Luft, abgesehen davon, dass es in der Natur genügend viel hochgelegene Orte mit niedrigem Luftdruck oder mit hinlänglich dünner Luft giebt, anfanglich ganz fern.

Nur einzelne Orte kennt man, welche eine einigermaßen erhebliche Tiefe unter dem Meeresspiegel haben und danach

Das pneumatische Kabinett.

(Bücher in komprimirter und verdünnter Luft.)

Das pneumatische Kabinett ist eine mehr oder weniger grosse, stärkeren Druck aushaltende, von Eisenblech gefertigte Kammer, in welcher die Luft zum Kuraufenthalt für Kranke verdichtet und verdünnt werden kann (pneumatische Kammer, pneumatischer Apparat für Bäder in verdichteter oder verdünnter Luft).

Da man an den unter stark erhöhtem Drucke in Taucherglocken arbeitenden Personen verschiedene Wirkungen auf einzelne Organe und auf den Gesamtorganismus beobachtet hatte und diese Wirkungen glaubte zu Heilzwecken verwenden zu können, so kam man auf die Idee, zunächst den erhöhten Druck in passenden Apparaten, welche den Kranken einen bequemen Aufenthalt gestatten, herzustellen.

Die verdichtete Luft stellte man künstlich her, weil die Natur genügend wirkungsvolle Kompressionen an den tiefer als die Meeresfläche gelegenen Orten nicht hat. Ausserdem lag die Absicht auf künstliche Herstellung verdünnter Luft, abgesehen davon, dass es in der Natur genügend viel hochgelegene Orte mit niedrigem Luftdruck oder mit hinlänglich dünner Luft giebt, anfänglich ganz fern.

Nur einzelne Orte kennt man, welche eine einigermaassen erhebliche Tiefe unter dem Meeresspiegel haben und sonach



eine dichtere Luft besitzen müssen. Das sind die Gegenden am Kaspischen Meere (83 Met. = 285' u. d. M.), am Tiberiasee (198,80 Met. = 612' u. d. M.), am Todten Meer (422,29 Met. = 612' u. d. M.). Sehen wir von der Benutzbarkeit dieser Orte zum Aufenthalt in socialer und territorialer Hinsicht ab, so bieten ihre Tiefenlagen immerhin erst einen um ca. $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{20}$ Atmosphäre erhöhten Druck.

Die Bohrlöcher und Grubenbaue sind oft zwar sehr tief, liegen aber meist auf Höhen, so dass ihre Vertiefung unter dem Meeresspiegel keine grosse oder zuweilen gar keine ist. Die tiefsten Grubenbaue und Bohrlöcher haben in senkrechter Richtung nicht viel mehr als 650 Met. (= 2000') Tiefe unter dem Niveau des Meeresspiegels.

Die Taucherglocken gewähren eine gut kontrollirbare Kompression der Luft, da mit jeder Senkung von 10,4 Met. (32') unter den Wasserspiegel der Luftdruck um eine Atmosphäre steigt. Für Heilzwecke sind indess dieselben, wie leicht verständlich, nicht verwendbar.

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen wollen wir zunächst einen Blick auf die

Geschichte

der Anwendung verdichteter und verdünnter Luft werfen.

Die physikalischen Eigenschaften der Luft überhaupt, welche theilweise Aristoteles schon kannte, wurden im 16. und 17. Jahrhundert von Galilei, Toricelli, Pascal, Otto von Guericke, Boyle und Mariotte auf feste Gesetze zurückgeführt. Die Messung des Luftdruckes (Toricelli), die Erfindung des Barometers (Boyle), die Erfindung der Luftpumpe (O. von Guericke), das allbekannte Mariotte'sche Gesetz über den Austausch ver-

III
III

III
III III III

III III III III

schieden dichter Luft in getrennten Räumen sind Errungenschaften dieser Zeit.

Bei diesen Wahrnehmungen rein physikalischer Natur wurde man auch bald zu der Vermuthung geleitet, dass der Einfluss des Luftdruckes auf den thierischen Organismus nicht gleichgültig sein könne; und die Beobachtung verschiedener Erscheinungen an Menschen und Thieren unter verändertem Luftdruck führte zu allerlei theoretischen Spekulationen, denen zuletzt die Idee der künstlichen Herstellung verschieden dichter Luft entstieg. Praktisch verwerthet wurde diese Idee durch den englischen Arzt Dr. Henshaw, der 1664 sein „Domicilium“, also den ersten pneumatischen Apparat, konstruirte. Dieses „Domicilium“ bestand aus einer gemauerten, das Eindringen und Entweichen der Luft nicht gestattenden Kammer von 12—14 □' Fläche, deren Fenster und Thüre luftdicht schlossen und in welcher die Luft mittelst zweier grosser Orgelblasebälge verdichtet und verdünnt werden konnte. Der erzielte Druck wurde mit einem in der Kammer angebrachten Barometer gemessen. Die verdichtete Luft wurde von Henshaw bei akuten, die verdünnte bei chronischen Leiden und zwar bis zu dem Grade angewendet, bei welchem keine Athembeschwerden auftreten. Die Dauer des Aufenthaltes wurde dem konkreten Fall angepasst. 2—3 Stunden genügen nach Henshaw bei chronischen Krankheiten, bei akuten empfiehlt sich nach ihm eine längere Ausdehnung. Angewendet möchte er das „Domicilium“ besonders wissen bei Wechselfieber während des Anfalles, bei Gesunden zur Förderung des Stoffwechsels, besonders aber bei Lungenkrankheiten; auch zur Accomodation beim Uebergang von einem Klima mit dünnerer Luft in das heimathliche mit dichter Luft nach grossen Reisen.

Dieser Henshaw'sche Apparat scheint jedoch praktische

Verwerthung nicht gefunden und zu Beobachtungen nicht weiter angeregt zu haben, wie auch die Taucherglocken, deren Erfindung in das 16. Jahrhundert zurückfällt, brauchbare Aufschlüsse über den Einfluss der darin komprimirten Luft auf die in ihnen Arbeitenden nicht geben. Erst 1820 veröffentlichte Dr. Hamel die ersten physiologischen Wirkungen der komprimirten Luft, welche er an den Arbeitern in den Taucherglocken beobachtete. Durchtritt der komprimirten Luft durch die Eustachische Röhre in's Ohr, mit Ohrenschmerz beginnend und einem Knall endend, sind ihm bekannte Wirkungen, und er kam auf den Gedanken, dass die komprimirte Luft als Heilmittel bei Verstopfung der Eustachischen Röhre dienen könne. Nach ihm ist es 1826 Dr. Colladon, welcher an den Arbeitern in den Taucherglocken vermehrte Harnabsonderung, vermehrten Appetit bemerkte und gleichfalls fand, dass die komprimirte Luft ein Heilmittel gegen Taubheit sei, überdiess auch eine Heilung eines an Athembeschwerden leidenden Arbeiters in der Taucherglocke zuerst konstatirte. 1834 beschreibt Theodor Junod seine Erfahrungen über den Einfluss der verdichteten und verdünnten Luft bei einem Luftdruck von ca. $1\frac{1}{2}$ Atmosphären. Er machte seine Versuche an einem der Taucherglocke nachgebildeten Apparate und fand günstige Einwirkung der komprimirten Luft auf Gehör, Athmung, Kreislauf, Verdauung, Speichel- und Nierensekretion. Das Körpergewicht nahm nach seinen Beobachtungen ab. Junod ist es auch, welcher zuerst in Frankreich auf die therapeutische Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft durch die Apparate (*grandes ventouses*) der englischen Aerzte Clanny und Murray aufmerksam machte. 1838—1840 theilt Tabarié von Montpellier seine mit dem Junod'schen Apparat gefundenen Resultate mit. Er wendete die verdichtete und verdünnte Luft allgemein und partiell an und handelte bei seinen Unter-

suchungen methodisch, indem er Versuche über die Wirkung der allgemeinen Luftverdichtung auf den ganzen Körper, der örtlichen Luftverdichtung auf einzelne Glieder, der örtlichen Luftverdünnung auf einzelne Glieder, der abwechselnden Verdichtung und Verdünnung, ferner über die Wirkung der verdünnten Luft auf den ganzen Körper mit Ausschluss des Kopfes, der abwechselnden Verdichtung und Verdünnung auf den ganzen Körper mit Ausschluss des Mundes anstellte. Tabarié empfiehlt die verdichtete Luft bei den Leiden der Respirationsorgane und führt 49 theils geheilte, theils gebesserte Fälle auf. 1840 gründete er die erste öffentliche pneumatische Anstalt in Montpellier.

Nach Tabarié folgt nun eine ganze Reihe von Veröffentlichungen hinsichtlich der Wirkung und Anwendung der comprimierten Luft; 1838, 1843, 1850 von Ch. G. Pravaz, der seine orthopädische Anstalt in Lyon mit einer pneumatischen verband; 1847 von Dr. Pol; 1848 von Dr. Dubreuil in Marseille, der dort eine pneumatische Anstalt errichtete; von Dr. Joannis Milliet, der in Lyon eine zweite Anstalt baute; 1850 von Prof. Dr. Eug. Bertin; 1857 von Felix Hoppe, der die Einwirkung des Luftdruckwechsels auf das Blut untersuchte und konstatirte, dass als Todesursache bei schnellem Uebergang zu niedrigerem Druck Freiwerden von Gasen aus dem Blute innerhalb der grossen Venenstämme anzusehen sei und dass diese Gase als Emboli wirken.

Nach und nach wurden in den verschiedensten Orten (Altona-Hamburg, Nizza, Johannisberg, Kopenhagen, Petersburg, München, Dresden, Wien, Stuttgart, Stockholm, Odessa, Moskau, Neuschöneberg etc.) pneumatische Kabinette aufgestellt und aus ihnen günstige Resultate berichtet. In England (London) wurde sogar 1867 eine Gesellschaft unter Dr. Beigel gegründet, welche den Zweck der Verbreitung von pneuma-

tischen Heilanstalten verfolgte. Die Anwendung der komprimirten Luft zeigte sich fast in allen Berichten von günstigem Erfolg begleitet: bei Katarrhen der Respirationsorgane, bei Emphysem, bei Laryngiten, chronischen Pneumonien etc. Wir können näher auf die einzelnen Arbeiten der vielen Autoren nicht eingehen, sondern nur erwähnen, dass sich besonders um die Erforschung der Wirkung und Anwendung der komprimirten Luft, auf welche man fast nur sein Augenmerk richtete, ausser den bereits Genannten verdient machten: J. C. T. Pravaz; Poiseuille; Schütz in Nizza, welcher zuerst in Deutschland Erfahrungen über das pneumatische Kabinett 1857 veröffentlichte; Bottini; Einbrodt; François; Gindrod; E. Bucquoy; Lippert; Josephson, der die erste pneumatische Anstalt 1861 in Deutschland zu Altona gründete und die komprimirte Luft ausserhalb des Kabinettes lokal anzuwenden vorschlug; Katolinsky; G. Lange (jetzt in Ems); Osk. Th. Sandahl; Levinstein; F. Trier; Tutschek; E. Foley; Freud; Fischer; J. Lange; Smoler; A. Magnus, der besonders die Einwirkung der komprimirten Luft auf das Gehörorgan untersuchte; Storch; Elsässer; P. S. Panum; A. Bränniche etc. Der grösste Namen unter allen diesen Männern gebührt aber R. von Vivenot jun.

Allen bis zum Jahre 1868 erschienenen Arbeiten fehlte zum grössten Theil die physiologische Basis, sie enthielten meist nur empirische Beobachtungen, bei denen viel Täuschungen mit untergelaufen waren, die zum Theil auch in der Mangelhaftigkeit der verwendeten Apparate lagen. R. von Vivenot war es, welcher erschöpfend experimentell die Wirkungen des allgemein erhöhten Luftdruckes im pneumatischen Kabinett untersuchte, während er zugleich denselben bei seinem eignen Brustleiden mit günstigem Erfolge verwendete. 1864 begann er seine auf physiologischer Basis angestellten Untersuchungen

und legte dieselben in einem umfänglichen Werke 1868 (siehe Literatur) nieder, nachdem er zuvor schon einige kleinere Arbeiten über die Wirkungen der komprimirten Luft veröffentlicht hatte. Durch seine Untersuchungen ist erst ein einigermaßen sicherer wissenschaftlicher Boden für die therapeutische Verwerthung der komprimirten Luft gewonnen. Die nach dem erwähnten v. Vivenot'schen Werke erschienenen Arbeiten enthalten nur wenig Neues. Panum unterwarf die Resultate v. Vivenot's einer neuen Prüfung und konnte sie nur bestätigen. Die wirklich neuen Beiträge zur Wirkung der komprimirten Luft, zur Verbesserung der Apparate in Hinsicht auf Form, Ventilation und Erwärmung bringen wir in den betreffenden Abschnitten, die Namen der Schriftsteller seit 1868 über Wirkung, Anwendung etc. des künstlich veränderten Luftdruckes auf den Menschen nebst den Titel der Schriften im folgenden Abschnitt.

Literatur.

a) Künstlich verdichtete Luft.

Das Werk von v. Vivenot enthält das vollständige Verzeichniss der Literatur bis 1868 nicht nur, sondern in demselben wird auch über alle bis dahin erschienenen Arbeiten referirt. Wir verweisen deshalb für diesen Zeitraum auf:

R. v. Vivenot jun., Zur Kenntniss der physiologischen Wirkungen und der therapeutischen Anwendung der verdichteten Luft. Erlangen. Ferd. Enke. 1868. gr. 8. 626 S.

Nach diesem Universalwerke sind erschienen:

Panum, Ueber die physiologischen Wirkungen der komprimirten Luft. Pflüger's Archiv der Phys. 1868. I. 2—3.

G. v. Liebig, Der pneumatische Apparat zu Reichenhall und andere Fortschritte des genannten Kurortes. — Baier. ärztl. Intelligenzbl. 1867.

G. v. Liebig, Der pneumatische Apparat zu Reichenhall während 1867. — Baier. ärztl. Intelligenzblatt 1868.

Runge, Zur Theorie der Wirkung der komprimirten Luft (des künstlich erhöhten Luftdruckes) auf den Organismus. — Wien. allg. med. Ztg. 1868. Nr. 12, 13.

E. Levinstein, Zur Kasuistik der Anwendung der verdichteten Luft bei Lungenkranken. — Kisch, Balneol. Ztg. 1868. Bd. II.

Pundschu, Ueber den pneumatischen Apparat als Kurmittel für Brustkranke, beobachtet zu Reichenhall. — Wien. med. Presse 48, 49. 1868.

R. v. Vivenot jun., Beiträge zur pneumatischen Respirations-theorie. Wien 1868. 4. 16 S. — Allg. Wien. med. Ztg. 1868.

E. Bertin, étude clinique de l'emploi et des effets du bain d'air comprimé dans le traitement des maladies de la poitrine etc., selon les procédés de Mr. Emile Tabarié. II. édit. revue et augmentée. Paris 1867. Ad. Delahaye. XIII. 741. 8. (Die erste Auflage erschien 1865.)

G. Lange, Der pneumatische Apparat. Mittheilungen über die physiologischen Wirkungen und die therapeutische Bedeutung der komprimirten Luft. 2. Auflage. Ems 1868. L. J. Kirchberger. 8. 80 Seiten. (I. Aufl. 1865. Wiesbaden. Ch. Limbarth.)

G. v. Liebig, Ueber die Wirkung der Gebirgsluft auf den Organismus. — Baier. ärztl. Intelligenzbl. 1869. Nr. 16. S. 151.

Derselbe, Ueber das Athmen unter erhöhtem Luftdruck. — Ztschr. für Biologie 1869. Bd. V. Heft I. S. 1.

C. W. Müller, Ueber die vitale Lungenkapazität (in komprimirter Luft). — Ztschr. für rationelle Medicin. Bd. 33. 1869.

G. v. Liebig, Untersuchungen über Ventilation und Erwärmung der pneumatischen Kammer vom ärztlichen Standpunkt, angestellt am pneumatischen Apparat der Gebrüder Mack in Reichenhall. Mit 1 Holzschnitt und 1 Tafel. München 1869. R. Oldenbourg. 8. 34 S.

Derselbe, Asthma bei Lungenemphysem, Besserung durch erhöhten Luftdruck. — Baier. ärztl. Intelligenzbl. 1870. Nr. 26.

J. Lange, Ueber das substantive Lungenemphysem und dessen Behandlung mit komprimirter Luft. Dresden 1870. 8. 72 Seiten.

G. Lange, Ueber Behandlung der chronischen Lungenschwindsucht. — Memorabilien XV. 1. 2. 1870.

Gent, Ueber therapeutische Verwerthung der komprimirten Luft gegen Asthma und Emphysem. — Bull. de l'Academie franc. XXXIV. p. 119. Dec. 15. 1870.

R. v. Vivenot jun., Therapeutische Verwerthung des künstlich veränderten Luftdruckes. — Wien. med. Presse XI. 2. 1870. (Mittheilungen des ärztl. Vereins in Wien.)

Brehmer, Die Behandlung der Lungenschwindsucht vermittelt der komprimirten Luft und des Höhenklimas. — Wien. med. Presse XI. 23—27. 1870.

Freud, Ueber tussis convulsiva und ihre Behandlung mit dem pneumatischen Apparat. (Kaiserl. Gesellschaft der Aerzte.) — Oesterr. Ztschr. für praktische Heilkunde XVI. 25. 26. 1870.

Marc, Beiträge zur Kenntniss der physiologischen und therapeutischen Wirkungen der Bäder in komprimirter Luft. — Berl. klin. Wochenschr. 1871. VIII. Nr. 21.

P. Bert, recherches expérimentales sur l'influence, que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. Compt. rend. Tome LXXIII. p. 213. 503. Tome LXXV. p. 491. 543. Tome LXXVI. p. 1493. Tome LXXVIII. p. 111. (Zumeist Beobachtungen unter hohen Luftdrucken.)

Louis Bauer, Prof. der Chirur. am ärztl. Kolleg. zu St. Louis. Krankmachende Wirkungen des stark erhöhten Luftdruckes auf das Gehirn und Rückenmark bei Menschen. — The St. Louis Medical and Surg. Journ. Vol. VII. (Nr. 5. III.) Nr. 3. p. 235. May 1870.

G. v. Liebig, Ueber den Einfluss der Veränderungen des Luftdruckes auf den menschlichen Körper. — Arch. für klin. Medicin VIII. Heft 5. 6. p. 446—466. 1871. — Auch als Separatabdruck. Leipzig. J. B. Hirschfeld. 1871. 8. 24 S.

Buchanan, A., Ueber den Einfluss des Druckes der Atmosphäre auf den Blutlauf. — Report of the forty first Meeting of the British Association for the Advancement of science, held at Edinburgh Aug. 1871. London. John Murray. 8.

Michaelis, Vortrag über die Wirkungen des erhöhten und verminderten Luftdruckes auf den menschlichen Körper. — Sitzungsbericht der naturwissenschaftlichen Gesellschaft „Isis“ in Dresden. 1872. Heft 1.

Freud, Mittheilungen aus der pneumatischen Heilanstalt im Sophienbade in Wien. — Wien. med. Wochenschr. 1872. 17. 18. 40.

G. v. Liebig, Die Wirkung des erhöhten Luftdruckes der pneumatischen Kammer auf den Menschen. — Deutsche Klinik 1872. Nr. 21. 22. 15 Seiten.

Derselbe, Ueber die Blutcirculation in den Lungen und ihre Beziehungen zum Luftdruck. — Arch. für klin. Medicin X. 1872. — Separatabdruck: Leipzig. J. B. Hirschfeld. 1872. 8. 23 Seiten.

Göschel, Alexander, Die pneumatische Kammer in Reichenhall. — Deutsche Klinik 1873. Nr. 1.

Simonoff, Ueber die Wirkungen der verdichteten Luft auf die Respirationsorgane. — Petersburger med. Ztschr. Neue Folge. III. 3. p. 269. 1873. (Verhandlungen des Vereins Petersburger Aerzte.)

Canuet, Asthma geheilt durch verdichtete Luft. — Gaz. de Paris 16, p. 216. 1873.

J. A. Fontaine, Nouveaux appareils pneumatiques pour administrer le bain d'air comprimé. — Communication à la section de médi

cine de l'association française pour l'avancement des sciences (Congrès de Bordeaux). 1874. 4 Pl. 16 p.

G. Lange, Das pneumatische Kabinett und der transportable pneumatische Apparat. — Allg. med. Centralztg. XLIII. 28. 29. 30. 1874.

Guichard, Beobachtungen unter dem Aufenthalt in komprimirter Luft und in verschiedenen schädlichen, betäubenden und explosiblen Gasen. — Journal de l'anatomie et de la physiol. 1875. Nr. 5, September und October.

J. Pircher, Der pneumatische Apparat in Meran. — Vierteljahresschrift für Klimatologie von Reimer und Siegmund. Bd. I. 1875.

G. v. Liebig, Die Anwendung des erhöhten Luftdruckes der pneumatischen Kammern als Heilmittel. — Wien. med. Wochenschrift 1875. Nr. 23 u. 24.

Simonoff, Ueber die Wirkung der verdichteten Luft auf den allgemeinen Ernährungszustand des Körpers. — Petersb. med. Ztschrft. N. F. V. 3. p. 258. 1875.

J. C. Pravaz, Recherches experimentales sur les effets physiologiques de l'augmentation de la pression atmosphérique. Paris. G. Masson. 1875. 8. 66 p.

Forlanini, Carlo, Brevissimi cenni sull'aëroterapia e sullo Stabilimento medico-pneumatico di Milano. — Gazz. Lomb. XXXV. 47. 49. 50. 51. 1875 (enthält nur Bekanntes).

Josephson, Ueber Professor Waldenburg's Vergleichung der pneumatischen Kabinette mit dem transportablen pneumatischen Apparat. Hamburg 1875. G. E. Nolte. 8. 26 S.

Sieffermann, Klimatologie und Aërotherapie. Kritische Darstellung. — Gaz. medic. de Strassbourg. Nr. 10, 1. Octbr. 1875.

Siehe ferner:

Waldenburg, Die lokale Behandlung der Krankheiten der Respirationsorgane. Berlin 1872. Seite 751.

Biermer, Respirationskrankheiten in Virch. Handbuch der Pathologie 1867. V. Bd. 1. Abth. 5. Lieferung.

Braune, Balneotherapie 1875.

Waldenburg, Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Cirkulationskrankheiten etc. Berlin 1875. Seite 450.

Störk, Mittheilungen über Asthma bronchiale und die mechanische Lungenbehandlung. Stuttgart 1875. S. 36 u. fg.

H. E. Richter, Berichte über medic. Meteorologie und Klimatologie in Schmidt's medic. Jahrbüchern Bd. 122. S. 248 u. fg., Bd. 133. S. 240 u. fg., Bd. 148. S. 63, Bd. 163. S. 76.

b) Künstlich verdünnte Luft.

R. v. Vivenot, op. cit. Seite: 121. 253. 286. 297. 310. 349. 413.

Jourdannet, l'air rarifié dans ses rapports avec l'homme sain et l'homme malade. Paris 1862. J. B. Baillière.

Derselbe, Aërotherapie. Application artificielle de l'air des montagnes au traitement curatif des maladies chroniques. Paris 1863. 18 p.

A. Fränkel, Ueber den Einfluss der verminderten Sauerstoffzufuhr zu den Geweben auf den Eiweisszerfall im Thierkörper. — Centralblatt für die medic. Wissenschaften. Nr. 9. XIII. 1876.

Einzelne der Schriften über verdichtete Luft enthalten auch Bemerkungen über künstlich verdünnte, die wir im betreffenden Abschnitt über diesen Punkt berücksichtigen. Die Arbeiten von Jourdannet sind auch schon bei v. Vivenot benutzt, wir haben sie aber dennoch und trotz der Eingangs erwähnten Gründe noch einmal aufgeführt, da das Vivenot'sche Werk eigentlich nur der verdichteten Luft gilt.

Konstruktion der pneumatischen Kabinette.

Die pneumatischen Kabinette sind so konstruirt, dass in ihnen die Luft verdichtet und verdünnt werden kann. Die Verdichtung (der erhöhte Druck) wird durch vermehrte Zufuhr der Luft (Einpumpen) in den Apparat, die Verdünnung (der niedrigere Druck) durch erhöhte Ausfuhr von Luft aus dem Apparat mittelst einer Dampfmaschine bewirkt. Wie mehrfach schon erwähnt, benutzt man nur die künstliche Verdichtung.

Die bis jetzt benutzten pneumatischen Kabinette sind in Hinsicht auf Gestalt, Luftventilations-, Lufterwärmungs-, eventuell Abkühlungsvorrichtungen je nach der Reihenfolge ihrer Entstehung verschieden und man kann — abgesehen vom Henshav'schen „Domicilium“, das nur einen historischen Werth hat — drei Arten von pneumatischen Appa-

raten unterscheiden, und zwar den Apparat von Tabarié, G. Lange und der Gebrüder Mack in Reichenhall. Der Tabarié'sche Apparat — siehe untenstehende Fig. 1 — ist nach dem Princip der Taucherglocken konstruirt und hat nach v. Vivenot's Beschreibung die Form eines hohlen Ellipsoides, dessen langer Durchmesser in vertikaler, dessen kurzer Durchmesser in horizontaler Richtung verläuft. Das untere Dritt-

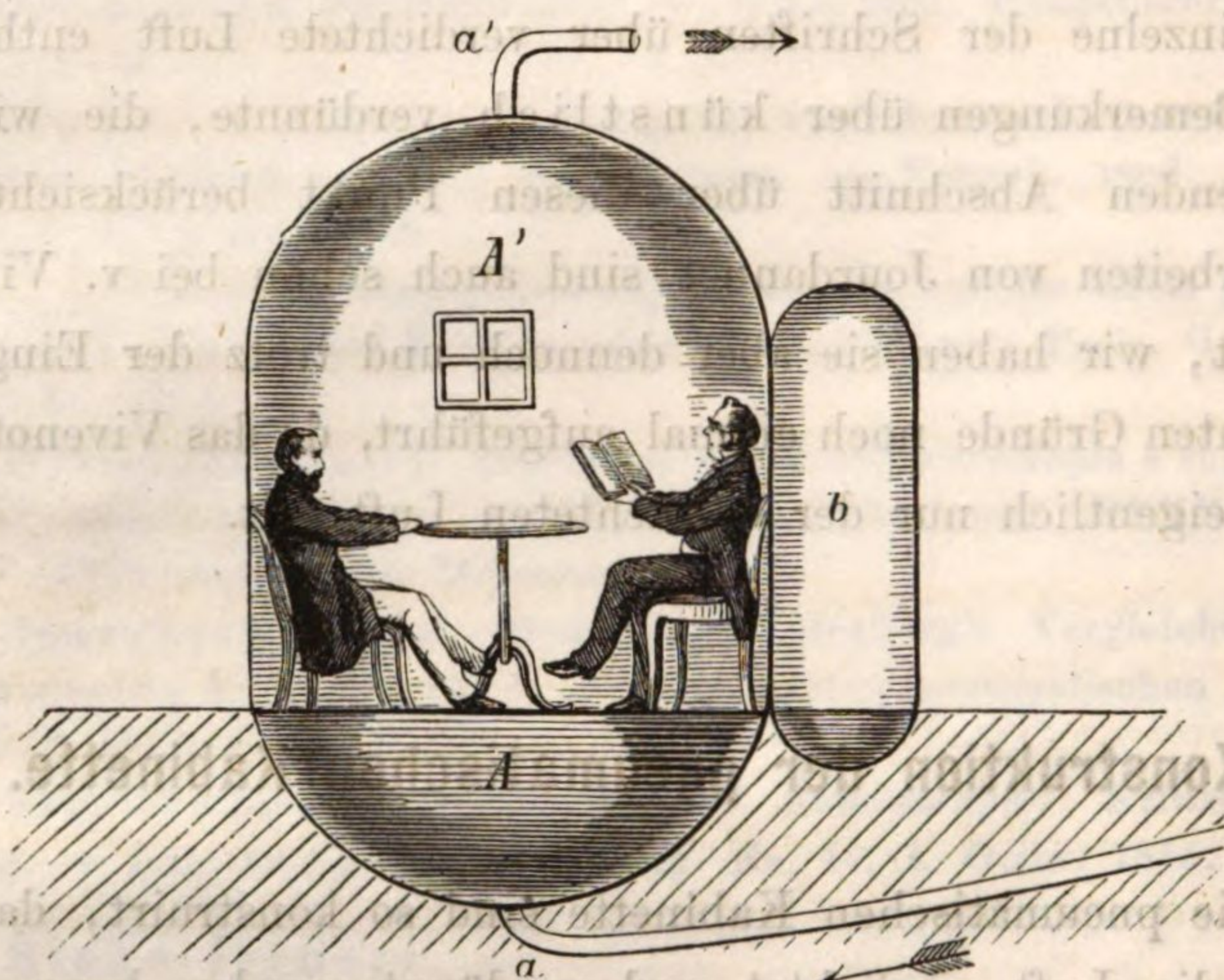


Fig. 1. Pneumatisches Kabinett nach Tabarié.

theil desselben (A) ist in die Erde eingesenkt, so dass der obere, über der Erde vorstehende Theil einer Glocke gleicht (cloche pneumatique, noch in Frankreich so genannt). Ein im Niveau der Erde angebrachter hölzerner, durchlöcherter Fussboden theilt das Ellipsoid in eine grössere obere und eine kleinere untere Hälfte (A' A). Je nach der Grösse des oberen Theiles richtet sich auch die Anzahl der Personen, welche darin sich aufhalten können. Der Boden ist mit Teppichen belegt, und auf ihm stehen Stühle für die betreffenden Personen, welche im Apparat ihre Sitzungen zu nehmen haben.

{ n } { n } { n }

{ n } { n } { n }

Die Glocke ist aus geschmiedetem Eisenblech, dessen Dicke einen drei Mal stärkeren Druck, als der anzuwendende es ist, auszuhalten hat. Die Wände sind Innen mit irgend einem Stoff ausgekleidet und mit Fenstern aus zolldickem Glas versehen. Im Niveau des Bodens befindet sich eine mit Kautschuk umsäumte luftdicht-schliessende Thüre zum Ein- und Austritt. Die kleinen Fenster sind in besonderen Eisencylindern in die gebogenen Glockenwände eingienietet, damit die Glastafeln keine Krümmung zu haben brauchen und so vor dem Bersten geschützt bleiben. Am Eingange befindet sich eine kleine Vorkammer (b), welche von der Hauptkammer durch ein Ventil willkürlich abgeschlossen oder mit ihr verbunden werden kann, so dass man in den Apparat ein- und ausgehen kann, ohne den Luftdruck wesentlich zu ändern. An manchen Apparaten ist ferner noch an dieser Vorkammer ein Schieber zur Heraus- und Hereinbeförderung kleiner Gegenstände angebracht. Ein Glockenzug dient zum Verkehr mit Arzt und Mechaniker. Im Innern des Apparates befindet sich ein Thermometer oder Psychrometer, eventuell Manometer zur Kontrollirung der Temperatur, Feuchtigkeit und des Luftdruckes. Das Manometer ist auch bei manchen Apparaten Aussen angebracht und steht mit einer in der Wand des Apparates eingelötheten Röhre in Verbindung. Anstatt des Glockenzuges giebt es neuerdings telegraphische Klingeln.

Am unteren Pole (a) mündet eine Zuleitungsröhre ein, durch welche die Luft mittelst einer Dampfmaschine eingepumpt wird und durch den durchlöcherten hölzernen Fussboden in die Kammer dringt; am oberen Pole (a') ist ein Abzugsrohr, das in's Freie mündet. Die Luft für die Zuleitung wird einem zweckmässig gewählten, reine frische Luft führenden Orte entnommen und, bevor sie in den Apparat dringt, durch Baumwolle filtrirt. Die zuführende Pumpe hat zwei Luftkessel,

welche so konstruirt sind, dass, während der eine sich entleert, der andere gefüllt wird, wodurch ein gleichmässiges Zuströmen erzielt wird (doppeltwirkende Luftpumpe).

Zur Regelung des Druckes im Innern der Glocke sind an der Zu- und Ableitungsröhre Stellkrahnen angebracht, welche durch Drehungen den Zu- resp. Abfluss der Luft hemmen. Wird ein allmähliches Steigen des Luftdruckes beabsichtigt, so wird die Austrittsöffnung derart beschränkt, dass weniger Luft bei a' abfliesst, als bei a einströmt. Soll eine konstante Druckhöhe erhalten werden, so hat bei a' ebensoviel Luft auszutreten, als bei a einzufliessen hat. Gegen das Eintreten eines höheren als beabsichtigten Druckes ist ein Sicherheitsventil angebracht, das beim Ueberschreiten des gewünschten Druckes gehoben wird und in dieser Weise einen Ausgleich zulässt.

Nach dem Tabarié'schen Apparat wurden seiner Zeit die Apparate zu Montpellier, Lyon, Nizza, London, Stockholm, Stuttgart, Petersburg etc. gebaut.

Wie überall, so war man auch hier bestrebt, Verbesserungen in Gestalt, Ventilation, Erwärmung und Abkühlung der Luft im Apparat anzubringen, und so entstand der Apparat von G. Lange (früher in Johannisberg, jetzt in Ems). Derselbe verwandelte die ellipsoide Form in eine cylindrische. Der aus $\frac{3}{4}$ " starkem Eisenblech bestehende Cylinder wird am oberen und unteren Ende von zwei nach Innen zu konvexen, $\frac{1}{4}$ " dicken Eisenplatten geschlossen, welche durch eine vertikal durch die Mitte laufende Eisenstange, an deren oberem und unterem Ende je eine eiserne Querschienen angeschraubt ist, festgehalten werden. Specieell der Apparat von G. Lange in Johannisberg ist für den Aufenthalt von 4 Personen eingerichtet. Der Höhendurchmesser beträgt 8', der Querdurchmesser 6', der Umfang des Cylinders 19', der

kubische Inhalt des Apparates 226,08 Kubikfuss; der Dicken-
durchmesser der vertikal durchgehenden Eisenstange beträgt
1“, die Dicke der Glasfenster $\frac{3}{4}$ —1“.

Eine Dampfmaschine treibt die Luft, welche vorher filtrirt
wird und einem freien, mit reiner Luft erfüllten Orte ent-
nommen ist, in den Apparat.

Die Erneuerung der Luft geschieht nach der v. Vivenot'schen und G. Lange'schen Ansicht innerhalb 15 Minuten
und ist einerseits nach der Leistungsfähigkeit der Maschine
berechnet, andererseits auf den Luftbedarf eines Menschen für
1 Minute, der sich nach v. Vivenot auf 14 Liter stellt. Nach
v. Vivenot bleibt auf Grund seiner Berechnung selbst dann
noch ein Ueberschuss an Luft in dem Apparat von der eben
beschriebenen Grösse, wenn 4 Personen darin sitzen. Diese
Berechnung ist aber, wie v. Liebig nachgewiesen, nicht richtig,
worauf wir beim Reichenhaller Apparat specieller zurück-
kommen.

Die Druckregulirung und die Zu- und Ableitung der Luft
geschieht wie in dem Apparat nach Tabarié, dessen sonstigen
Einrichtungen ausserdem noch bei dem G. Lange'schen Apparat
angebracht sind (Vorkammer, Psychrometer, Manometer, Klin-
gel etc.). Am letzteren verhindert ferner noch ein Regulator
das stossweise Eindringen der Luft. An der oberen Fläche des
Apparates bleibt ein schüsselförmiger offener Raum und dieser
wird zum Daraufleiten von kaltem Wasser benutzt, um eine
eventuell zu hohe Temperatur im Kabinett zu erniedrigen.
Um die Abkühlung noch zu erhöhen, sind kleine Oeffnungen
in den Rand der Schüssel angebracht, welche gewöhnlich ver-
schlossen bleiben und nur für den nöthigen Fall geöffnet
werden. Bei den geöffneten Löchern läuft dann das Wasser
an den äusseren Seitenwandungen herab, wird durch darüber
gelegte, resp. gehangene grosse Leinwandstücken aufgesogen

und verdunstet. Durch diesen Verdunstungsvorgang wird nach den bekannten physikalischen Gesetzen im Innern des Kabinettes die Luft noch stärker abgekühlt. Ausserdem kühlt G. Lange die Luft bis auf 12° R., bevor sie in das Kabinett dringt, dadurch ab, dass er die Luftpumpe sowohl, als auch einen zwischen die Leitungsröhren gebrachten gusseisernen Kasten mit kaltem Wasser umspült (G. Lange, Der pneumatische Apparat. Wiesbaden 1865. Seite 10). Die Erwärmung der Luft des Apparates während der kalten Jahreszeit wird durch Heizung des Raumes, in welchem derselbe aufgestellt ist, erzielt.

Die Beleuchtung geschieht entweder durch Oberlicht oder durch Fenster in den Seitenwandungen.

G. Lange traf ferner Vorrichtungen im Johannisberger Apparat, um die Luft zu verdünnen. Die Thüre muss dann nach der Aussenseite zu öffnen sein, während bei komprimirter Luft die Thüre nach Innen schlägt.

Dem G. Lange'schen Apparat nachgebildet sind eine grosse Anzahl der neueren Apparate, bei einigen derselben ist die Vorkammer weggelassen. Um etwaigen Missverständnissen zu begegnen, erwähnen wir, dass vorgenannte Beschreibung des G. Lange'schen Apparates, wie schon erwähnt, vom Standpunkte der Entwicklung der Apparate aus aufgeführt ist und dass die jetzigen Apparate des Herrn Dr. G. Lange in Ems, der grosse Verdienste um die pneumatische Therapie hat, möglicherweise weitere Vervollkommnungen besitzen, Vervollkommnungen, wie wir sie im nächstfolgenden Apparat beschreiben.

Eine Abbildung des ursprünglichen Lange'schen Apparates ist überflüssig. Die Form ist wie die des einkammerigen Apparates zu Reichenhall. Die obere Fläche ist bei Lange's Apparat schüsselförmig, anstatt wie dort konvex.

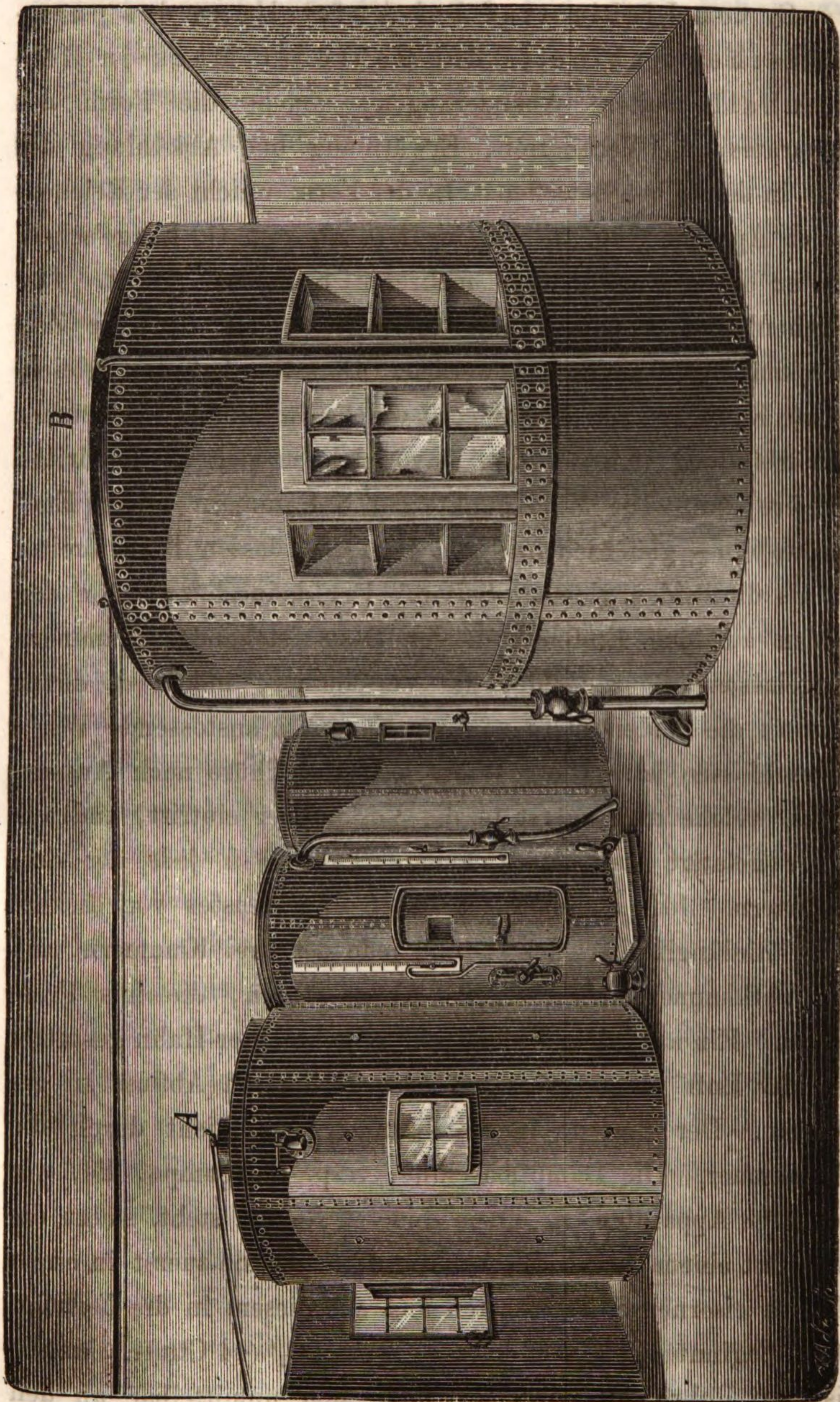


Fig. 2. Reichenhaller pneumatische Kabinette. A mehrkammeriges, B einkammeriges Kabinett.

G. von Liebig traf bei Aufstellung des pneumatischen Kabinetts der Gebrüder Mack in Reichenhall weitere Abänderungen, welche die Form des Apparates, die Ventilation, Erwärmung und Abkühlung der Luft in demselben betreffen. In der Form weicht der Reichenhaller Apparat (Fig. 2) nur insofern ab vom G. Lange'schen, als er eine Kombination mehrerer Kammern bildet. Der Reichenhaller Apparat kann unbestritten als der zur Zeit zweckmässigste angesehen werden. Derselbe hat drei gleichgrosse Kammern von Eisenblech, welche durch eine Vorkammer in Verbindung stehen. Zwei davon lehnen sich an die dritte, mittlere, an. Die Mittelpunkte der 3 Kammern bilden Endpunkte eines gleichschenkeligen Dreiecks, dessen Basis breiter ist als die beiden gleichen Seiten. Der dadurch zwischen den beiden auf den Endpunkten der Basis stehenden Kammern freigelassene Raum bildet die Vorkammer, indem er durch eine an die beiden letztgenannten Kammern anstossende Wand abgeschlossen ist. Diese Wand hat eine Thüre nach Aussen, durch welche man zuerst in die Vorkammer eintritt, und aus dieser gelangt man durch andere Thüren in jede der drei Kammern. Jede Kammer ist durch drei Fenster von dickem Glase hinlänglich erleuchtet und jede der drei Kammern und die Vorkammer haben eigene Abflussröhren, die in's Freie gehen. Ein an jedem Abflussrohr angebrachter Hahn gestattet es, der Luft einen grösseren oder geringeren Abfluss zu gewähren. Der Eintritt in die Kammern geschieht durch die Vorkammer. Die Dampfmaschine, resp. Luftpumpe, die, wie bei allen Apparaten, in einem anderen Raume steht, saugt die Luft mit einem weiten Blechrohr auf, treibt sie zuerst in einen kleinen eisernen Sammelkasten und aus diesem in die Leitung. Diese beginnt mit einem kurzen, etwa $1\frac{1}{2}'$ (44 Ctmtr.) langen eisernen Rohre, dessen eines Ende sich unmittelbar an den

Regulator anschliesst; das andere Ende theilt sich in zwei kurze Arme, welche zum Ansatz für zwei ebenfalls eiserne Röhren von etwa 3" (7 Ctmtr.) Durchmesser und 100' (29 Meter) Länge dienen. Diese beiden Röhren laufen unterirdisch in einiger Entfernung nebeneinander her und treten, am Apparat angelangt, zu beiden Seiten der Thüre der Vorkammer in diese ein. Vor dem Eintritt ist jedes Rohr mit einem Hahne versehen. Die Vorkammer hat, wie die Kammern, einen hölzernen, durchlöcherten Fussboden. Unterhalb dieses Fussbodens ist in der Wand, welche die Kammern von der Vorkammer trennt, eine Oeffnung, und durch diese Oeffnung gelangt die Luft unter den Fussboden der Kammern. Durch die Löcher des hölzernen Bodens, die mit einem Teppich verdeckt sind, tritt die Luft dann in die Kammern ein. Mit der Vorkammer in Verbindung ist Aussen neben der Thüre ein Quecksilbermanometer angebracht, in Millimeter getheilt, zur Beobachtung des Druckes. Neben der Thür läuft auch das Abflussrohr der Vorkammer herab, dessen Hahn mit Handgriff in bequemer Höhe zur Regulirung des Druckes angebracht ist. Von diesem Standorte aus kann der den Druck regulirende Gehülfe leicht ein am nächsten Fenster der einen Kammer inwendig stehendes August'sches Psychrometer beobachten. Die Vorkammer dient demnach als ein grösserer Regulator für den Druck in den Kammern und macht das stossweise Eindringen der Luft dem Kranken unfühlbar. Der Austritt der Luft aus den Kammern geschieht durch die Oeffnungen oben nahe der Decke, die mit Sieben verschlossen sind. An diese setzen sich die Abzugsröhren an. Durch Einlegen eines Tuches am Anfang der eisernen Abzugsröhre wird das Tönen beim Ausströmen der Luft verhütet. Die Hähne der Abzugsröhren werden so gestellt, dass immer so viel Luft abfliessen muss, um einen hinreichend grossen Luftwechsel zu bewirken. Die

Oeffnung jeder Abzugsröhre bleibt während der ganzen Sitzung dieselbe und richtet sich nach der Anzahl der Personen in jedem Kabinett. Gleichzeitig fliesst immer noch Luft aus dem Abzugsrohre der Vorkammer ab. Jede Kammer ist 2,33 Met. hoch, 2,04 Met. im Durchmesser, hat also eine Grundfläche von 3,276 Quadratmeter und einen Inhalt von 7,651 Kubikmeter oder 7651 Liter. Die Vorkammer ist viel kleiner; sie hat eine mittlere Breite von 1 Met. und eine Tiefe von 1,3 Met. und ist etwas weniger hoch als die Kammern. In jeder der Kammern können 3 Personen um einen Tisch sitzen, so dass 9 Personen zugleich in dem ganzen Apparate sich befinden können. Die doppelwirkende Luftpumpe (durch eine Dampfmaschine getrieben) liefert mit jedem Hub 27,3 Ltr. Luft, und der Kolben bewegt sich etwas über 140 Mal in der Minute auf und ab. Der den Druck regulirende Gehülfe steht an der Vorkammer und beobachtet Manometer und Psychrometer. In die Vorkammer selbst strömt immer ein Ueberschuss von Luft ein, um die gleichmässige Regulirung zu ermöglichen. Die Beobachtung des Psychrometers giebt die Temperatur und Feuchtigkeit an und dient zur Regulirung der Erwärmung und Abkühlung. Die am Reichenhaller Apparat angebrachte Druckregulirung unterscheidet sich von der üblichen dadurch, dass hier die Drucksteigerung durch Vermehrung des Zuflusses, nicht wie bei den übrigen Apparaten durch Hinderung des Abflusses bewirkt wird, wodurch gleichzeitig die Ventilation ungeschmälert bleibt. Mit Hülfe einer Vorrichtung ist es ferner möglich, dass in einer der Kammern gleichzeitig ein geringerer Druck angewendet werden kann.

Wie bereits erwähnt, sind zwei Zuleitungsröhren für die Luft vorhanden, die zu jeder Seite der Thüre der Vorkammer in diese einmünden. In dem einen Rohre wird die durch-

strömende Luft erwärmt und in dem anderen abgekühlt. So wird es möglich, eine entsprechende Temperatur im Innern der Kammer herzustellen. Die Erwärmung geschieht durch den Wasserdampf der Maschine, welcher in einen Kasten, durch den eine Zuleitungsröhre läuft, geleitet wird; die Abkühlung dadurch, dass das andere Zuleitungsrohr durch einen Kaltwasserbehälter geht. Ausserdem kann, wie beim G. Lange'schen Apparat, noch das kalte Wasser auf die Decke geleitet werden, welche dieselbe Schüsselform wie bei jenem hat und wobei ebenfalls das Wasser durch kleine Oeffnungen an dem Rande an der äusseren Wand herabträufeln und unter der Gunst von grobem Leinwandstoff verdunsten kann. Bei aufmerksamer Handhabung dieser Mittel soll die Temperatur im Innern der Kammer hinreichend gleichmässig erhalten werden können.

Die oben angedeutete Einrichtung, um einen geringeren Druck in einer der drei Kammern zu erzielen, während in den beiden anderen eine höher komprimirte Luft ist, besteht darin, dass die Oeffnung, welche unter dem Boden der Vorkammer in diese Kammer führt, nicht direkt mit der Vorkammer in Verbindung steht, sondern einem kupfernen, etwa 3 Ctmtr. weiten Rohre zum Ansatz dient, welches unter dem Boden der Vorkammer hinläuft und neben der Thüre die Wand der Vorkammer nach Aussen durchbricht. Dort biegt es sich nach aufwärts um, bildet einen Bogen von etwas über einen Fuss Länge und tritt dann oberhalb der Austrittsstelle wieder in die Vorkammer zurück. Der dadurch ausserhalb der Vorkammer zum Vorschein kommende Abschnitt des Rohres trägt einen Hahn, welcher dazu dient, den Zufluss der Luft in das betreffende Kabinett etwas zurückzuhalten, wodurch in diesem ein geringerer Druck ermöglicht wird, den man am Manometer beobachtet.

Der Reichenhaller Apparat hat demnach kurz folgende Vorzüge:

- 1) er hat mehrere Kammern und erlaubt den Aufenthalt einer grösseren Anzahl von Personen;
- 2) er gestattet dadurch die Anwendung verschiedener Druckhöhen bei der Einheit des Mechanismus;
- 3) er leistet eine vollkommen genügende Ventilation;
- 4) er lässt bessere Abkühlung und Erwärmung der Luft zu.

Der 3. Punkt, die Ventilation, bedarf noch einer genaueren Auseinandersetzung hinsichtlich der Vorzüge vor der Ventilation des Lange'schen Apparates.

Auf welche Grundlagen die Ventilation dieses Apparates sich stützt, haben wir bereits bei Besprechung desselben gesehen. Nach v. Vivenot werden beim G. Lange'schen Apparat zum Zwecke der Ventilation im Apparat für die Minute 14 Liter reine Luft für 1 Person angenommen (700 Kubikcentim. = 1 Athemzug, macht bei 20 Athemzügen in der Minute $20 \times 700 \text{ Ctmtr.} = 14000 \text{ Kubikcentim.} = 14 \text{ Liter Luft}$).

Nach v. Liebig aber braucht der Mensch 400 Liter reine Luft in der Minute. Reine Luft kann nur im Apparat ferner erhalten werden, wenn die zuströmende nicht erst Zeit hat, sich mit der alten abzuströmenden Luft zu mischen, was bei dem G. Lange'schen Apparat nicht vermieden werden kann, da die Drucksteigerung im Apparat durch Behinderung des Luftabflusses geregelt oder erzielt wird. Beim Reichenhaller Apparat wird die Drucksteigerung, wie wir sahen, durch Vermehrung des Zuflusses erhalten, während der Abfluss der gleiche bleibt.

Es war weiter die Aufgabe, ein Mittel zu finden, um die Ventilation durch Untersuchung der Apparatluft zu kontrolliren. v. Liebig brachte zu diesem Zwecke am Reichenhaller Apparat kleine Hähne an, durch welche die Luft aus dem Apparat herausgenommen wird, um sie einer chemischen Unter-

400.60
24000
7.5.925

suchung zu unterwerfen. Die Untersuchung geschieht $1\frac{1}{2}$ Stunden nach Beginn der Sitzung und wird in jedem Jahre von Neuem für eine und mehrere Personen und für jede Kammer gemacht und so oft wiederholt, bis man die genaue Stellung des Abzugshahnes kennt, bei welcher der Gehalt an Kohlensäure der Luft mit 1, 2, 3 Personen in der Kammer ein normaler ist. Diese drei Punkte werden an dem Hahne auf einer Skala bemerkt. Als Maassstab für die Grösse der Kohlensäuremenge gilt die gut gelüfteter, bewohnter Zimmer. Die mittlere Kohlensäuremenge solcher Luft beträgt nach v. Liebig's Untersuchungen 0,10 % (0,07 % nach Pettenkofer). Da nun nach v. Pettenkofer eine Person in der Stunde 300 Liter Luft mit 4 % Volumen Kohlensäure ausathmet, so besteht die Aufgabe darin, so viel frische Luft zuzuführen, dass der Kohlensäuregehalt nur 0,10 % beträgt. Es muss also der Athemluft so viel reine Luft zugeführt werden, dass 1000 Volumen der Mischung 999 Volumtheile reine Luft und 1 Theil Kohlensäure enthalten. Da als Mischungsmittel für den Apparat die reine atmosphärische Luft (mit 0,05 % Kohlensäure) verwendet wird, so kann die Apparatluft noch $\frac{1}{2}$ Volumen Kohlensäure aufnehmen, um 0,10 % zu erhalten. Die trockene Expirationsluft enthält aber 4 % Kohlensäure, d. h. 300 Liter Luft enthalten 12 Liter Kohlensäure. Will man reine Luft zuströmen lassen, um eine normale Mischung zu erhalten, so braucht man auf jedes halbe Liter Kohlensäure der ausgeathmeten Luft 1000 Liter reine Luft. Das macht bei 12 Liter ausgeathmeter Kohlensäure 24000 Liter Luft in der Stunde für eine Person. Auf diese Zahlen ist bei der Ventilationsregulierung im Reichenhaller Apparat Rücksicht genommen.

Nach dem Reichenhaller Apparat werden zur Zeit die neuaufzustellenden Apparate angefertigt, und zwar, wie selbstverständlich, je nach Bedürfniss ein- oder mehrkammerig.

Ausser dem mehrkammerigen Apparat ist neuerdings in Reichenhall auch ein einkammeriger für 6 Personen aufgestellt (siehe Abbildung).

Der von Dr. J. A. Fontaine (siehe Literatur) beschriebene neue Apparat unterscheidet sich von den bisherigen in keiner Weise. Die Kompression der Luft wird anstatt mit Dampfkraft durch natürlichen Wasserdruck hergestellt, wozu einige andere mechanische Vorrichtungen nöthig werden. Der Kostenaufwand für die Kompression wird dadurch bedeutend geringer.

Art der Benutzung des pneumatischen Kabinetts.

Es kann hier nicht die Absicht vorliegen, die specielle Handhabung des pneumatischen Kabinetts anzugeben, diese muss praktisch erlernt werden. Der betreffende Leiter muss ein sachkundiger Mensch sein, der wenigstens die primitivsten Begriffe aus dem Kapitel „Mechanik“ der Physik inne hat. Ausserdem muss er den Thermometer, Psychrometer, Manometer zu beobachten verstehen. Unter der Leitung eines so ausgerüsteten Mannes (mehr zu wissen schadet ja nichts) werden für den Augenblick auch alle Störungen vermieden oder solchen wird eintretenden Falles schnell abgeholfen. Der Zweck dieses Abschnittes ist, die Darlegung der engeren ärztlichen Verordnung für Kranke, welche das Kabinett zu gebrauchen nöthig haben. Diese Verordnung bezieht sich zunächst nur für die komprimirte Luft, denn für verdünnte ist das Kabinett nicht, wie wir später sehen werden, in Aufnahme gebracht worden. Es ist gut, wenn der verordnende Arzt nicht bloss weiss, dass die komprimirte Luft des Kabinetts indicirt ist, sondern es ist auch fast unerlässlich, die Art und

Weise der Anwendung zu kennen, um dieses Mittel, wie jedes andere, genau verordnen zu können. Der Ueberdruck, die Sitzungsdauer und die Kurzeit, das heisst die Länge der Anwendung, kommen dabei in Betracht.

Was nun zunächst den Grad des Ueberdrucks anlangt, so wird derselbe in den Schwankungen von $+\frac{1}{5}$ bis $\frac{3}{7}$ Atmosphären Druck verwendet. Die allgemeine Regel ist, dass man bei dem niedrigeren Druck beginnt und bei dem höheren dann eine Zeit lang bleibt, um dann zuletzt bei Beendigung der Kur allmählich wieder herabzugehen. Der Ueberdruck von $+\frac{1}{5} - \frac{3}{7}$ Atmosphären gleicht einem Manometerquecksilberdruck von 151,600—324,858 (gleich einer Vertiefung u. d. M. von 1600 Met. [= ca. 4300'] bis 4469,8 Met. [= 13760']).

Die Sitzungsdauer beträgt in den meisten Fällen zwei Stunden täglich. Eine längere Dauer ist nur bei Fettsucht vorgeschlagen worden, um den schnelleren Verbrennungsprocess länger zu unterhalten.

Ueber die Kurdauer lassen sich allgemeine Regeln nicht aufstellen; dieselbe richtet sich einfach nach dem konkreten Fall und kann lediglich nur nach dem günstigen Einfluss der Sitzungen bestimmt werden. In dem Abschnitt der speciellen therapeutischen Anwendung werden wir noch einmal darauf zurückkommen.

Was zuletzt noch die mechanische Handhabung des Druckes anlangt, so diene Folgendes. Man lässt gewöhnlich den Druck während der Sitzung von 2 Stunden allmählich innerhalb von 20—30 Minuten bis auf die verordnete Druckhöhe steigen. Diese letztere wird gewöhnlich 1 Stunde erhalten und die Zeit des absteigenden Druckes wieder auf 20—30 Minuten ausgedehnt. Im Allgemeinen gilt, dass bei Anwendung eines niedrigeren Druckes diese Uebergangs-

stadien kürzer, bei verordnetem höheren Drucke dieselben entsprechend länger bemessen werden. Bei Herzkranken und bei zu Kongestionen geneigten Kranken ist der Uebergang besonders auszudehnen.

Als äusserste Grenze des Ueberdrucks wendet man $\frac{1}{2}$ Atmosphäre (379,00 Millim. Quecksilber) an; es ist jedoch rathsam, lieber unter dieser Dosis zu bleiben und den höheren Druck von $\frac{1}{2}$ Atmosphäre überhaupt nur bei dringenden Fällen anzuwenden (Meteorismus, Einklemmungen, Asphyxie). Bei schwächlichen Kranken bleibt man am liebsten so lange auf $\frac{1}{5}$ Atmosphäre Ueberdruck, bis sich dieselben etwas gekräftigt haben, und geht dann erst allmählich zu höherem Drucke über. Bei Neugeborenen ist der Ueberdruck noch geringer zu normiren ($\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{13}$ Atmosphären = annähernd 500,00—600,00 Millim. Hg). Sehr herabgekommene und fiebernde Kranke sind auszuschliessen von dem Gebrauch komprimirter Luft, da diese die Kräftekonsumption noch beschleunigt.

Physikalische Veränderungen der Luft im pneumatischen Kabinett, nebst physiologischen Folgerungen.

Die Luft verändert im pneumatischen Kabinett ihr Volumen, ihre Temperatur und ihre Feuchtigkeit. Besonderen Werth hat, wie wir sehen werden, die Kenntniss der Veränderung von Temperatur und Feuchtigkeit bei Verdichtung der Luft in einem zum Aufenthalt von Menschen dienenden geschlossenen Raume für Ventilation und Erwärmung, resp. Abkühlung der Apparatluft.

Bei der Erhöhung des Druckes wird die Luft komprimirt. Dasselbe Quantum Luft unter gewöhnlichem

Atmosphärendruck wird unter höherem Druck einen kleineren Raum einnehmen und wir müssen sonach unter höherem Druck eine entsprechend dem Druck grössere Menge Luft einathmen als unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen. Wenn man unter dem gewöhnlichen Atmosphärendruck in das Spirometer ausathmet, dasselbe verschliesst und dieses unter höheren Druck bringt, so vermindert sich das Volumen. v. Vivenot athmete z. B. 3510 Kubikcentim. unter dem gewöhnlichen Drucke aus, d. h. seine vitale Lungenkapazität betrug 3510 Kubikcentim.; brachte er das Spirometer unter $\frac{3}{7}$ Atmosphärenüberdruck, so wurde die Luft auf 2006 Kubikcentim. gebracht. Es entsprechen 3510 Kubikcentim. gewöhnliche Luft demnach 2006 Kubikcentim. unter $+\frac{3}{7}$ Atmosphärendruck. Athmete aber v. Vivenot, während er selbst im Kabinett unter einem $+$ Druck von $\frac{3}{7}$ Atmosphären sass, in das Spirometer aus, so stieg dasselbe, wenn er es an die gewöhnliche atmosphärische Luft brachte, auf 5014 Kubikcentimeter. Innerhalb des Kabinetts entspricht also diese Zahl dem unter gewöhnlichem Druck ausgeathmeten Volumen von 3510 Kubikcentimeter. Nicht nur aber die Luft des Kabinetts unterliegt diesen Einwirkungen, sondern auch die sämtlichen Gase des Körpers werden in gleicher Weise verdichtet, z. B. die Darmgase. Daher kommt es, dass unter erhöhtem Luftdruck der Leib an Umfang abnimmt, eingezogen wird. Ist jedoch die Luft durch undurchdringliche und unelastische Membranen oder Wände in irgend einem Körperteile abgeschlossen, so wird dieser Verdichtungsgrad nicht eher stattfinden können, als bis sich irgend eine Kommunikationsöffnung gebildet hat. So wird z. B. bei Verstopfung der Eustachischen Röhre diese erst wegsam werden müssen, bevor sich die Luft im Ohr mit der ausserhalb desselben ausgleichen kann. Darauf beruht auch die therapeutische An-

wendung der komprimierten Luft bei Unwegsamkeit dieser Röhre. Würde jedoch der erhöhte Luftdruck ununterbrochen bei Kommunikationsmangel einwirken, so müssten allmählich die Wände, welche die nicht im Gleichgewicht befindliche dünnere Luft einschliessen, nachgeben und zwar so lange, bis die eingeschlossene Luft den gleichen Dichtigkeitsgrad hat als die äussere. Da ferner ein kleineres Quantum verdichteter Luft dieselbe Menge Sauerstoff und Stickstoff enthält als ein grösseres unter dem atmosphärischen Druck, so muss auch bei der Athmung mit einem Athemzug eine grössere Menge dieser Bestandtheile den Lungen zugeführt werden. Der Oxydationsprocess muss im Körper demzufolge ein grösserer werden (siehe überhaupt nächsten Abschnitt). Eine Stearinkerze verbrennt in verdichteter Luft heller, weisser und schneller, als in gewöhnlicher Luft. Analog ist der Vorgang im menschlichen Körper.

Die Temperatur der Luft im Apparat erleidet unter verschiedenen Dichtigkeitsgraden ebenfalls wesentliche Abänderungen. Während des ansteigenden Druckes, d. h. bei dem allmählichen Uebergang vom dünneren zum dichteren Grad, nimmt die Lufttemperatur zu, erreicht ihren höchsten Stand mit Eintritt des höchsten Druckes (allmählich bis auf ein Mehr von $+ 2,1^{\circ}$ R. der Ausgangstemperatur bei $+ \frac{3}{7}$ Atmosphärendruck), sinkt dann bei gleichbleibender Verdichtung etwas wieder, bleibt aber immer höher als die der atmosphärischen Luft zur Zeit des Verdichtungsbeginnes. Nach v. Vivenot betrug die Temperaturerhöhung bei $+ \frac{3}{7}$ Atmosphärendruck und zwar bei gleichbleibender Verdichtung $+ 0,9 - 1,0^{\circ}$ R. — Beim Uebergang von der Verdichtung rückwärts zum gewöhnlichen Druck sinkt die Temperatur wieder und zwar unter die anfängliche oder Ausgangstemperatur. Je schneller der Uebergang zum höheren Druck

oder zum niedrigeren bewirkt wird, um so höher, event. tiefer wird auch die Temperatur. Die hier angegebenen Erhöhungen beziehen sich nur auf die im Kabinett üblichen Uebergangszeiten. Schneller Uebergang zur dichteren Luft kann eine Temperatursteigerung bis auf $+5-6^{\circ}$ R. bewirken, während umgekehrt bei einem schnellen Uebergang zur dünneren Luft ein stärkeres Sinken der Temperatur eintritt.

Die Feuchtigkeit im pneumatischen Apparat wird bei konstant bleibendem Druck sowohl absolut, als auch relativ höher als sie ursprünglich war. Während des zunehmenden Druckes beobachtete v. Vivenot nur eine Zunahme an absolutem Dampfgehalt, die Luft wurde aber im Vergleich zu der gleichzeitig sich erhöhenden Temperatur, also relativ, trockener. Beim abnehmenden Druck erfährt der relative Feuchtigkeitsgehalt, übereinstimmend mit der schon oben erwähnten Temperaturabnahme, eine grosse Zunahme, es können sogar nebelige Niederschläge eintreten. Es ist demnach im Allgemeinen beim leerstehenden Kabinett eine Veränderlichkeit in dem Dampfgehalt zu konstatiren. Sämmtliche Vorgänge erklären sich nach bestimmten physikalischen Gesetzen, auf die hier weiter nicht eingegangen werden kann.

Die vorgeführten Beobachtungen beziehen sich auf das leere Kabinett. Sind jedoch mehrere Personen in der Kammer, so treten einige Abänderungen in Bezug auf Temperatur und Feuchtigkeit ein. Die Temperatur steigt während der Druckzunahme bis zur Druckhöhe und erreicht auch hier mit dieser ihre höchste Höhe. Die Erhöhung betrug nach v. Vivenot's Beobachtungen bei einem $+$ Druck von $\frac{3}{7}$ Atmosphäre im Mittel $2,18^{\circ}$ R. Bertin beobachtete immer eine Steigerung von 2° R. im Mittel bei einem $+$ Druck von $\frac{2}{5}$ Atmosphäre. Der Unterschied in der Temperatursteigerung zwischen leerem und besetztem Kabinett ist demnach nicht gross, die Wärme-

abgabe der anwesenden Personen sehr gering. Während jedoch die Wärme im leeren Kabinett bei Rückkehr zum normalen Druck unter ihren Werth sank, bleibt sie am Schluss der Sitzung (nach zwei Stunden) in der besetzten Kammer, obwohl sie auch sinkt, immer höher, als sie beim Anfang der Sitzung war. v. Vivenot fand im Mittel $1,22^{\circ}$ R. Ueberschuss, und dieser kommt auf Rechnung des zweistündigen Aufenthaltes der Personen.

Hinsichtlich der Feuchtigkeit fand v. Vivenot wesentlichere Unterschiede zwischen leerem und besetztem Kabinett. Die absolute und relative Feuchtigkeit war beim besetzten Kabinett in stetem Steigen begriffen, so dass die Luft im Beginne der Sitzung absolut und relativ am trockensten, am Schlusse derselben aber absolut und relativ am feuchtesten war. Nicht nur die Temperaturerhöhung im Kabinett erklärt diese Feuchtigkeitsveränderungen, sondern sie werden auch bedingt durch die Abgabe des von Haut- und Lungenoberfläche ausgeschiedenen Wasserdampfes der im Kabinett befindlichen Personen. Da nun aber v. Vivenot seine Experimente in dem mangelhaft ventilirten und hinsichtlich seiner Grösse für den Luftbedarf der Personen unzureichenden G. Lange'schen Apparat in Johannesburg (siehe vorhergehenden Abschnitt) machte, so haben diese Resultate über das Verhalten besonders der Feuchtigkeit im besetzten Apparat keinen entschiedenen Anspruch auf Richtigkeit, vielmehr sind die eben erwähnten Feuchtigkeitsveränderungen nur auf die Uebelstände jenes Apparates zurückzuführen und mussten dazu anregen, durch bessere Ventilation denselben abzuhefen.

Wie wir schon im vorhergehenden Abschnitt sahen, hat G. v. Liebig eine andere Ventilationsmethode an dem Reichenhaller Apparat angebracht, er hat aber auch experimentell nachgewiesen, dass die Feuchtigkeit der Luft bei dieser seiner

Ventilation sich fast in derselben Weise beim besetzten Kabinett verhält wie beim leeren. Um aber sowohl die unvermeidliche Temperaturerhöhung beim Verdichtungs Vorgange, resp. eine unangenehme Abkühlung beim Uebergang zum normalen Druck, wie auch die Feuchtigkeitsgehaltsveränderungen der Luft dabei gänzlich zu vermeiden und den Personen den Aufenthalt im Kabinett so leicht wie in der reinen Atmosphäre zu machen, wozu die v. Liebig'sche Ventilation (dass ebenso viel Luft abfließt wie zuströmt) noch nicht ganz ausreicht, wird in Reichenhall eine besondere Methode bei Leitung der Sitzungen befolgt, welche auf die Beobachtungen der physikalischen Veränderungen der Luft bei der Kompression begründet ist. Dieselbe besteht darin, dass man unter genauer Beobachtung des Psychrometers und Thermometers die Temperatur und Feuchtigkeit durch Zulassen von warmer oder kalter Luft, wie es im Mack'schen Apparat möglich ist, und durch schnellen vorübergehenden Wechsel zwischen stärkerem und schwächerem Druck innerhalb kleiner Grenzen während des ansteigenden, event. absteigenden Druckes regelt. Durch diese Mittel ist es möglich, die Apparatluft während der Kompression oder der Sitzung auf die zur Zeit herrschende Temperatur und Feuchtigkeit zu bringen und darauf zu erhalten. Wir lassen die speciellen Angaben über die Methode der Regulirungsart weg, da sie, als zur technischen Handhabung des Apparates gehörig, nur Kabinettsbesitzer interessirt, welche sich in den einschlägigen Schriften (siehe Literatur) Rath erholen müssen.

Seit G. v. Liebig sowohl seine Ventilation im pneumatischen Apparat, wie auch alle anderen in diesem, wie im vorigen Abschnitt erwähnten Hilfsmittel zur Beseitigung der Temperatur- und Feuchtigkeitsveränderungen, besonders aber seine regelmässigen chemischen Untersuchungen der Apparatluft eingeführt hat, sind auch die von anderen Autoren be-

richteten unangenehmen Erscheinungen (Gefühle von Beklemmung, allgemeines Unbehagen, Schweissausbruch) bei den das pneumatische Kabinett Frequentirenden nicht mehr beobachtet worden. Alle diese Leiden entstanden aus der Ueberhäufung der Apparatluft mit Kohlensäure und Wasserdampf und aus anderen mehrfach erwähnten physikalischen Veränderungen der Luft mit ihren Folgeerscheinungen und Rückwirkungen auf den menschlichen Organismus, wie z. B. aus Hemmung der Abgabe von Feuchtigkeit durch Haut und Lungen.

Die von v. Vivenot ausgeführten Untersuchungen über den Ozongehalt der Luft ergaben stets ein negatives Resultat.

Erwähnt sei nur noch, dass v. Vivenot zur Entziehung des Wasserdampfes im Apparat Aufstellung von Chlorcalcium vorgeschlagen hat, welches Mittel durch die v. Liebig'schen Verbesserungen überflüssig geworden ist.

Alle bis jetzt auseinandergesetzten Untersuchungen beziehen sich auf die komprimirte Luft im Kabinett. Ueber die verdünnte Luft, welche in dem letzteren nicht zur Verwendung kommt oder sich nicht Eingang zu schaffen vermocht hat, liegen Beobachtungen nicht vor. Es ist jedoch mit mathematischer Gewissheit anzunehmen, dass das physikalische Verhalten der Luft während der Verdünnung das umgekehrte ist, als wir es bei der Verdichtung gesehen haben.

Die komprimirte Luft im pneumatischen Kabinett.

(Bäder in komprimirter Luft.)

1) Wirkungen der komprimirten Luft im pneumatischen Kabinett.

Viele der Wirkungen der komprimirten Luft im pneumatischen Kabinett wurden von den meisten im geschichtlichen

Theil angegebenen Autoren bereits beobachtet, erschöpfende experimentelle Untersuchungen wurden jedoch, wie schon erwähnt, von R. v. Vivenot vorgenommen und nur in wenigen Punkten erhielten dieselben Ergänzungen und Berichtigungen von späteren Forschern, besonders von G. v. Liebig, Simonoff, C. J. Pravaz, J. Lange, Magnus, G. Lange u. A. Panum bestätigte nur die Untersuchungen v. Vivenot's.

Die Wirkung der komprimirten Luft im Allgemeinen ist sowohl eine mechanische (lokale), wie chemische (konstitutionelle). Die mechanische Wirkung wird durch die Einleitung des höheren Druckes bedingt, während die chemische Wirkung aus der vermehrten Sauerstoffaufnahme hergeleitet wird. Wir werden im Nachfolgenden jedoch nicht die Wirkungen nach dieser Eintheilung besprechen, sondern die Einflüsse der verdichteten Luft auf die einzelnen Organe des menschlichen Körpers der Reihe nach durchgehen und wie man sie als feststehend annimmt.

Die Wirkung der verdichteten Luft auf alle Gewebe, Flüssigkeiten und Gase des Körpers wurde zum Theil (Darmgase) schon im eben vorhergegangenen Abschnitt berührt. Sie besteht in einer aus dem erhöhten Druck hervorgehenden, mehr oder weniger grossen Verdichtung der ganzen Körperbestandtheile. Diese Verdichtung ist jedoch, wie wir später unter 2) sehen werden, keine gleichmässig allgemeine.

A. Wirkungen auf die Sinnesorgane.

Das erste Symptom, welches schon im Beginn des Aufenthaltes unter erhöhtem Druck eintritt, ist eine Druckempfindung im Ohre, welche so lange anhält, als ein Dichtigkeitsunterschied zwischen der

äusseren und der in der Trommelhöhle eingeschlossenen Luft besteht; verbunden damit sind Ohrenschmerz, Ohrensausen; ferner entsteht ein Gefühl von Einwärtsbiegung des Trommelfelles, während des ansteigenden Druckes bei einem Dichtigkeitsüberschuss zu Gunsten der Aussenluft, Gefühl von Auswärtsbiegung des Trommelfelles während des abnehmenden Druckes bei einem Dichtigkeitsüberschuss zu Gunsten der in der Trommelhöhle eingeschlossenen Luft.

Hamel war der Erste, welcher diese Beobachtung am Ohre machte, und nach ihm sind es alle Schriftsteller, welche sie bestätigen. Sobald das Maximum des gewünschten Ueberdruckes erreicht, also, wie erwähnt, der Ausgleich der Luft im Ohre mit der dichteren ausserhalb desselben bei ansteigendem Druck geschehen ist, hören diese Ohrenbeschwerden auf. Der Ausgleich geschieht durch ein wiederholtes Knacken, deutlich fühlbares Austreten von Luftblasen durch die Rachenmündung der Eustachischen Röhre. Perforationen des Trommelfelles, einseitig oder doppelseitig, heben diese Wahrnehmungen auf oder ändern sie ab. Während des konstantbleibenden Druckes wird nichts empfunden, wohl aber von dem Moment an, wo der stärkere Druck zum normalen, schwächeren, gewöhnlichen Atmosphärendruck übergeht. Sobald also wieder eine Verschiedenheit der Dichte der Luft im Ohre und ausserhalb desselben eintritt, beginnen diese Empfindungen von Neuem und nehmen ihr Ende mit dem gleichen Knacken etc., wenn der gleichbleibende, diesmal gewöhnliche Atmosphärendruck wiederhergestellt ist.

Belästigend sind diese Empfindungen im pneumatischen Kabinett, wo der Druck nicht stark ist und langsam steigt resp. fällt, nicht, sondern nur da, wo schnell starke Verdich-

tungen eingeleitet werden (Taucherglocken). Hier können sich diese Erscheinungen selbst bis zur Taubheit steigern. Schlingbewegungen oder der Valsalva'sche Versuch mindern oder heben diese lästigen Symptome, da dadurch die Kommunikation zwischen Rachen und innerem Ohre schneller hergestellt wird. Bei öfterem Aufenthalt im Kabinett werden diese Ohrensymptome nicht mehr fühlbar; ein Beweis, dass die Eustachische Röhre allmählich schneller den Austausch verschieden dichter Luft gestattet.

Bei vorhandenen katarrhalischen Schwellungen oder anderen Hindernissen in der Ohrtrumpete kann sich das Gefühl der Druckdifferenz unangenehm steigern, so dass, wie Bertin vorschlägt, ein abwechselndes Vor- und Rückgehen, bis der Ausgleich geschaffen ist, nöthig werden kann. Eine Katheterisirung der Eustachischen Röhre wird jedoch unter solchen Umständen alle lästigen Symptome beseitigen.

Was die Hörschärfe anlangt, so vermuthet v. Vivenot, dass dieselbe herabgesetzt wird, da dichtere Luft der Schallleitung weniger günstig ist. Dem entgegen stehen die Angaben von A. Magnus, welcher das Gehör besser fand als in der freien Luft. Ausserdem stellte Magnus noch fest, dass der Sitz des Ohrenschmerzes im Trommelfell lediglich zu suchen ist, und dass ein schnell ansteigender Druck dem Ohre gefährlicher werden kann als ein rasch abfallender.

Die Stimme gewinnt unter erhöhtem Druck im Kabinett einen fremdartigen, metallischen Klang und deren Höhe und Intensität nimmt zu. Die Lautbildung wird erschwert, die Zunge wird schwerfällig, das Pfeifen unmöglich, mitunter tritt Stottern ein. Foley beobachtete schon die Zunahme der Höhe der Stimme und v. Vivenot konstatirte an einer Opernsängerin, dass deren Stimme in verdichteter Luft ($\frac{3}{7}$

Atmosphären-Druck) um einen halben Ton an Höhe zunahm. Während die Sängerin vorher in normaler Luft mit Mühe das hohe C singen konnte, vermochte sie in der angegebenen Verdichtung mit Leichtigkeit das hohe Cis  zu singen.

Die eben erwähnte Erschwerung im Sprechen und Pfeifen beruht in einem unwillkührlichen Zusammenziehen der Muskeln, das sich schon an Gesichts-, Stirn- und Halsmuskeln beim Uebergangsstadium bemerkbar macht.

Geruch, Geschmack, Gefühl verlieren in verdichteter Luft an Schärfe, Beobachtungen, die von v. Vivenot, früher aber auch schon von Foley u. A. gemacht wurden. v. Vivenot beobachtete an sich stets ein auffallendes Trockenwerden der Zungenoberfläche und der ganzen Mundschleimhaut und Foley sah Schnupfen und Schleimhautsekretion im Munde schwinden. Junod und Bertin beobachteten das Gegentheil. v. Vivenot sieht in Uebereinstimmung mit O. Sandahl das Trockenwerden des Mundes als Folge wiederholter nöthiger Schlingbewegungen an.

B. Wirkungen auf den Mechanismus und Chemismus der Respirationsorgane.

a) Auf den Mechanismus.

J. Lange hat mittelst des Pneumatometers nachgewiesen, was v. Vivenot schon als Vermuthung aussprach, dass der negative Inspirations- und positive Expirationsdruck im Kabinett zunimmt. Aber nicht nur dieser allein, sondern auch die vitale Lungenkapazität erfährt direkt eine Zunahme, die am Spirometer nachweisbar ist (siehe auch vorigen Abschnitt über die physika-

lischen Veränderungen bei der Verdichtung der Luft im pneumatischen Kabinett). Die Vergrösserung der vitalen Lungencapazität beträgt nach v. Vivenot unter einem Ueberdruck von $\frac{3}{7}$ Atmosphäre nach $\frac{1}{2}$ stündiger Aufenthaltsdauer im Mittel + 73,40 Kubikcentim. und wächst nach $1\frac{1}{2}$ stündigem Aufenthalt im Kabinett auf 105,27 Kubikcentim., d. i. um $\frac{1}{30,23}$ oder um 3,30 % der ursprünglichen Grösse. Diese mechanische, vergrössernde Wirkung der komprimierten Luft auf die Lungen im pneumatischen Kabinett lässt sich ferner perkutorisch am Zwerchfell sowohl, wie an der Herzdämpfung nachweisen.

Das Zwerchfell rückt — bei $\frac{3}{7}$ Atmosphärendruck z. B. um $1\frac{1}{2}$ —2 Centimet. — herab, die Herzdämpfung wird kleiner, weil die vorderen Ränder der Lungen sich über das Herz hinwegchieben, der Herzimpuls wird deshalb weniger fühlbar und die Herztöne werden schwächer hörbar.

Aus allen diesen Erscheinungen geht hervor, dass die Lunge unter dem Einfluss der komprimierten Luft nicht nur eine mechanische Erweiterung erfährt, sondern dass derselben auch ein grösseres Luftquantum zugeführt wird.

Die Ursache der mechanischen Lungenerweiterung glaubt man auf die Volumensverkleinerung der Darmgase, welche auf Grund des Mariotte'schen Gesetzes sich verdichten, beziehen zu können. Durch diese Verdichtung, welche man an der unter erhöhtem Druck eintretenden Abflachung der vorderen Bauchwand erkennt, soll es möglich werden, dass das Zwerchfell tiefer herabsteigt und die Lungen sich mehr entfalten können. In wie weit diese Erklärung richtig ist, werden wir später sehen (Kritik über die Wirkungen).

Die grössere Entfaltung der Lungen hält nach v. Vivenot u. A. nur so lange an, als der Aufenthalt unter erhöhtem

Druck währt. Nach Rückkehr unter normalen Druck nimmt zwar der Grössenzuwachs und damit die vitale Lungenkapazität wieder ab, doch kehrt die Lunge nicht sofort auf ihr ursprüngliches Volumen zurück. Nach v. Vivenot beträgt die zurückbleibende Vergrösserung der Lungenkapazität im Mittel 53,84 Kubikcentimeter. Eine bleibende, nachhaltige Zunahme der vitalen Lungenkapazität ist jedoch nur bei wiederholtem und systematisch fortgesetztem Aufenthalt in verdichteter Luft zu erwarten, bei welchem die Athmungsgrösse Tag für Tag (anfangs rascher, später langsamer) bis zu einem gewissen Grade stetig zunimmt. v. Vivenot konstatirte an sich in $3\frac{1}{2}$ Monaten eine Zunahme der vitalen Lungenkapazität (bei $+ \frac{3}{7}$ Atmosphärendruck) um 743 Kubikcentimet. ($\frac{1}{4}$ der ursprünglichen Grösse). Ein Kontraktilitätsverlust findet dabei nicht statt.

In gleicher Weise wie unter länger fortgesetztem Gebrauch des pneumatischen Kabinetts die Zunahme der vitalen Lungenkapazität als eine nachhaltige am Spirometer zu ersehen ist, lässt sich auch die Grössenzunahme als eine habituelle durch den bleibenden Tiefenstand des Zwerchfelles unter dem normalen Luftdruck nachweisen. Nach alledem bleiben die Vermehrung der Athmungsgrösse und die gefundenen Verhältnisse der extremen Respirationsstellungen bis zu einem gewissen Grade auch bei ruhigem normalem Athmen; es bleibt auch bei diesem das Zwerchfell während In- und Expirationsstellung tiefer als im Normalzustande, wodurch die Lungenbasis (die vitale Mittelstellung der Lunge) jenem Stande näher gebracht wird, welchen die Lungen bei der tiefsten Inspiration einnehmen (v. Vivenot).

Auf Grund der erwähnten Erscheinungen fühlt man sich zu der Annahme berechtigt, dass die Elasticität des Lungengewebes bei fortgesetztem Gebrauch der kompri-

mirten Luft eine Steigerung erfahre. Eine Zunahme auf Grund dieser Erscheinungen ist jedoch nicht erklärbar. Dass die Lungenelasticität unter dem erhöhten Drucke zunehmen kann und zunimmt, steht fest, auf welche Weise die Zunahme zu erklären ist, findet sich unter 2) (Kritik über die Wirkungen der komprimirten Luft).

Ferner ist als mechanische Wirkung der komprimirten Luft eine Verlangsamung der Respirationsfrequenz und ein Tieferwerden der Athemzüge zu beobachten (v. Vivenot). Nach der Rückkehr unter normalen Luftdruck treten zwar wieder zahlreichere und weniger tiefere Athemzüge ein, allein auf den ursprünglichen Stand kehren sie nicht sofort zurück. Die Verminderung in der Frequenz betrug in der Minute nach verschiedenen Beobachtungen 1, 2 und 3, selbst 4 Athemzüge. Sowohl diese Verlangsamung, wie die grössere Athemtiefe werden habituell unter länger fortgesetztem Gebrauch des pneumatischen Kabinetts. Bei v. Vivenot hatte die Respirationsfrequenz innerhalb 3 Monaten bei $\frac{3}{7}$ Atmosphärenüberdruck eine bleibende Verminderung um 4,5—3,5 Züge in der Minute erfahren. Ausserdem ist unter erhöhtem Luftdruck ein geringeres Schwanken in der Anzahl der Athemzüge, wie auch eine grössere Gleichmässigkeit in dem Volumen der gewechselten Luft (v. Liebig) als beim Athmen unter normalem Druck zu beobachten.

Obwohl die Tiefenzunahme der Athemzüge proportional der Verlangsamung am meisten beobachtet wird, so ist nach den Untersuchungen von v. Vivenot doch die Verlangsamung keineswegs alleinige Folge der vermehrten Tiefe oder umgekehrt. Es wurden Fälle beobachtet, wo die Respirationsfrequenz verlangsamt wurde, die Athemzüge in ihrer Tiefe aber gleich blieben.

Auch der Rhythmus der Respirationsbewegungen wird

im pneumatischen Kabinett geändert. Die Inspiration erfolgt leichter, die Expiration wird mühsamer und langsamer. Während unter normalem Luftdruck die Dauer der Inspiration zu jener der Expiration sich verhält wie 4:5, gestaltet sich das Verhältniss in verdichteter Luft wie 4:6, 4:7, selbst wie 4:8 und 4:11.

Endlich will v. Vivenot eine Zunahme des Thoraxumfanges nach 5monatlichem Gebrauch täglich zweistündiger Sitzungen an sich in Uebereinstimmung mit der Zunahme der Lungenkapazität bemerkt haben. Diese Zunahme ist jedoch eine nicht sehr bedeutende (1,5 Centimet. bei tiefster Inspiration, 1 Centimet. bei tiefster Expiration) und kann, wie auch Panum dazu bemerkt, auf eine Ernährungszunahme, resp. Fettpolsterbildung viel eher bezogen werden.

Am Ende des Kapitels über die Wirkungen werden wir in einem besonderen Abschnitt die Frage über das Vorhandensein der mechanischen Wirkungen, welche man in neuerer Zeit auf Grund der bisherigen Auffassungen über den erhöhten Druck im Kabinett anzweifelt, erledigen und auch darthun, dass die Lunge unter dem Einfluss der verdichteten Luft im pneumatischen Kabinett nicht nur erweitert, sondern auch mechanisch retrahirt wird.

Alle darauf bezüglichen Einzelheiten und Erklärungen finden sich unter: 2) Kritik der Wirkungen der komprimirten Luft.

b) *Auf den Chemismus.*

Die mechanische Wirkung der komprimirten Luft im Kabinett musste, da sie eine Vergrösserung der Athmungsfläche der Lunge herbeiführt, auf den Gedanken leiten, dass auch der Gasaustausch in den Lungen ein veränderter werde

und dass günstige Wirkungen aus diesen Veränderungen im Gasaustausch zu folgern seien. Panum, G. Lange und v. Vivenot richteten auch auf diesen Punkt ihr Augenmerk und sie waren die ersten, welche sich bestrebten, Klarheit in dieses dunkle Kapitel zu bringen. Letztere Beiden stellten umfangreiche Untersuchungen an, welche sich jedoch nur auf die Kohlensäureausscheidung beim Athmen in komprimirter Luft bezogen, während sie ihre Ansichten über die Sauerstoffaufnahme theoretisch und lediglich indirekt begründeten.

Später und in der neuesten Zeit war es G. v. Liebig, der genaue chemische Untersuchungen der unter erhöhtem Luftdruck ein- und ausgeathmeten Luft machte. Die Resultate der Untersuchungen dieses Forschers stehen denen von G. Lange und v. Vivenot hinsichtlich der Kohlensäureausscheidung entgegen. Dieselben fanden eine nicht unwesentliche Vermehrung der Kohlensäureausscheidung unter erhöhtem Druck. Die Liebig'schen Untersuchungen können indess als maassgebender angesehen werden, und deshalb gehen wir auf dieselben näher ein.

v. Liebig fand, dass die Kohlensäureausscheidung unter erhöhtem Luftdruck geringer war, als unter normalem. Das Minus unter erhöhtem Drucke war nur 0,3 Grm., eine Zahl, die an sich wohl klein erscheint, freilich doch nicht so klein ist, wenn man bedenkt, dass sie sich auf fast gleiche Volumina, aber auf verschiedenen dichte Luft bezieht. Ausserdem stellte v. Liebig fest, dass auf die reichere Ausscheidung von Kohlensäure weniger die Tiefe, als die Zahl der Athemzüge von Einfluss ist. Bei rascherer Wiederholung der Athemzüge wurde also in derselben Zeit mehr Kohlensäure ausgeschieden, als bei einer langsameren Athemweise. Da nun unter erhöhtem Luftdruck, wie wir sahen,

aber die Athmung verlangsamt wird und die Athemzüge tiefer werden, so finden wir in dieser an sich mechanischen Wirkung eine Uebereinstimmung mit den chemischen Untersuchungsergebnissen. Die verminderte Kohlensäureausscheidung ist ausserdem noch auf die bereits früher erwähnte Erschwerung der Expiration unter erhöhtem Luftdruck zu beziehen, und man könnte sich fast veranlasst fühlen, als Grund eine gestörte Lungenventilation anzunehmen. v. Liebig möchte jedoch diese Verminderung in der Kohlensäureausscheidung nicht von einer wirklichen Verminderung ableiten, sondern auf eine vermehrte Sauerstoffabsorption zurückführen, eine Theorie, die selbst in der nachgewiesenen vermehrten Sauerstoffaufnahme unter erhöhtem Luftdruck keinen Halt finden kann.

Wie wir eben andeuteten, wird nach v. Liebig's Untersuchungen die Sauerstoffaufnahme unter dem Einfluss der komprimirten Luft vermehrt, und zwar fand sich, dass nicht wie bei der Kohlensäureausscheidung die Zahl der Athemzüge einen Einfluss auf die Sauerstoffaufnahme hat, sondern die Tiefe derselben. Mit dieser Thatsache übereinstimmend wieder auch hier diejenige mechanische Wirkung der komprimirten Luft, dass die Athemzüge in derselben tiefer werden und die Inspiration erleichtert wird.

Nach v. Liebig betrug die Vermehrung der Sauerstoffaufnahme auf gleiche Volumina eingeathmeter Luft 11 %, steigerte sich aber zur Zeit, wo die Versuchsperson strenger arbeitete und wobei auch die Athmungsfrequenz im Kabinett sich nicht von der in gewöhnlicher Luft unterschied, auf eine relative Menge von 18 % und eine absolute Menge von 22 %.

Die Untersuchungen von A. Fränkel über den Einfluss der Sauerstoffzufuhr zu den Geweben auf den Eiweisszerfall im Thierkörper ergaben, dass mit einer Verminderung der

Sauerstoffzufuhr der Eiweisszerfall gesteigert wurde. Doch hat nach Traube dies nur in Bezug auf bereits abgestorbenes Eiweiss Richtigkeit. Umgekehrt aber kann man daraus schliessen, dass vermehrte Sauerstoffzufuhr eine Verminderung des Eiweisszerfalles zur Folge hat. Die Experimente beruhen auf der unter verminderter Sauerstoffzufuhr beobachteten Vermehrung der Harnstoffausscheidung. Vorläufig stimmen die Resultate dieser Experimente A. Fränkel's nicht mit den praktischen Erfahrungen (siehe therapeutischen Theil) von G. v. Liebig.

Die günstigen Wirkungen auf den Stoffwechsel, welche von fast allen Beobachtern (A. v. Humboldt, François, Foley, Sandahl, Katolinsky, Bertin, Voit, Pettenkofer, J. Lange, G. Lange, v. Vivenot) angeführt werden, beruhen alle auf der vermehrten Sauerstoffzufuhr und Sauerstoffaufnahme; ebenso die alte Beobachtung, dass unter dem Einfluss der komprimirten Luft das Venenblut hellrother wird und die Körperwärme steigt (siehe E). Auf erhöhtem Stoffwechsel durch vermehrte Sauerstoffaufnahme beruht noch: die Zunahme des Appetites, das gesteigerte Nahrungsbedürfniss, die Zunahme der Muskelkraft (J. Lange), die Abnahme der Fettbildung, das Schwinden des Fettes, die Abnahme des Körpergewichtes und der Umstand, dass nur bei einem schwächeren Ueberdruck die gesteigerte Nahrungsaufnahme den durch Schwinden des Fettes entstehenden Gewichtsverlust zu kompensiren, selbst in eine Gewichtszunahme zu verwandeln vermag. Freilich wurde die Gewichtsabnahme des Körpers unter hohem Drucke (mehrerer Atmosphären) bei in dürftigen Verhältnissen lebenden Arbeitern (in Taucherglocken) beobachtet, denen die vermehrte Nahrungsaufnahme fehlte.

Simonoff bestätigt diese Vermuthung ganz neuerdings durch seine sehr exakten Untersuchungen. Das Körpergewicht

sank unter dem Einfluss täglich zweistündiger Sitzungen in verdichteter Luft ($1\frac{1}{4}$ Atmosphären?) bei seinen Beobachtungspersonen im Mittel um 200 Grm., im Minimum um 130 Grm., im Maximum um 250 Grm., wenn die Nahrungsaufnahme dieselbe blieb, wie bei dem Leben unter gewöhnlichem Luftdruck. Dasselbe bestätigt auch Katschenoffsky. Das Körpergewicht nahm aber zu, wenn die Nahrungsaufnahme dem unter Aufenthalt in komprimirter Luft verstärkten Appetit gemäss gesteigert wurde. Und zwar nahm das Körpergewicht bei 32 Personen von 53 im Mittel um 1077 Grm. nach 26 Sitzungen zu, bei zweien blieb es unverändert im Mittel nach 28 Sitzungen; bei 19 verminderte es sich im Mittel um 786 Grm. nach 21 Sitzungen.

Bei allen diesen 19 Kranken — denn an Kranken sind die Beobachtungen nur gemacht — wurde die Gewichtsabnahme durch Ursachen bedingt, die an und für sich gewöhnlich und stets eine solche nach sich ziehen (Fieber, vorgeschrittene Phthise, Durchfälle etc.). Bei den zwei Patienten, wo das Körpergewicht gleich blieb, bestand bei einem etwas Fieber, bei dem anderen — einer Frau mit Hysterie — fanden häufige und starke hysterische Anfälle statt. Von den 32, wo das Körpergewicht zunahm, hatten 10 (7 mit chronischer Pneumonie, 2 mit eitriger Pleuritis, 1 mit Bronch. chron.) auch etwas Fieber. Bei ihnen war die geringere Gewichtszunahme, bei den übrigen 22 fieberlosen Kranken die höhere Gewichtszunahme (1114 Grm. nach 21 Sitzungen im Mittel). Die Maxima der beobachteten Zunahme betrugen 3310 Grm. nach 30 Sitzungen, 4580 nach 90 Sitzungen (bei chronischen Bronchitiden). Nach Simonoff geht die Gewichtszunahme unter dem Einfluss der verdichteten Luft parallel mit der Behandlung, aber nicht proportional zu der Zahl der stattgehabten Sitzungen; anfangs erfolgt sie rascher, später langsamer. Bei

den 22 fieberlosen Kranken erfolgte die Gewichtszunahme, wie folgende Tabelle zeigt:

Gewichtszunahme im Mittel auf eine Person.		
Zahl der Sitzungen:	Gewichtszunahme überhaupt:	Gewichtszunahme berechnet auf je eine Sitzung:
2 (1 Beob.)	330 Grm.	165 Grm.
5 (4 Beob.)	567½ Grm.	113 Grm.
7 (4 Beob.)	715 Grm.	102 Grm.
10 (8 Beob.)	847½ Grm.	85 Grm.
21 (22 Beob.)	1114 Grm.	53 Grm.

Aus der Zunahme der Muskelkraft, welche natürlich auch die Respirationsmuskeln trifft, glaubte man auch eine Zunahme der Kraft für elastische Gewebe folgern zu dürfen und eine Erhöhung der Lungenelasticität unter erhöhtem Drucke annehmen zu können. Dass diese Theorie jeder reellen Grundlage entbehrt, bedarf jedoch keiner besonderen Auseinandersetzung (Begründung der Elasticitätszunahme siehe unter 2).

J. Lange hing, um die Zunahme der Muskelkraft beim Aufenthalt im luftverdichteten Raume zu prüfen, an einen in der Richtung des horizontal ausgestreckten Armes gehaltenen Stab dasjenige Gewicht, welches mit äusserster Kraftanstrengung einige Sekunden unter gewöhnlichem Luftdruck gehalten werden konnte, und wiederholte diesen Versuch bei einem Ueberdruck von 100 zu 100 Millimet. (von $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{8}$ Atmosphäre). Bei dem Ueberdruck von 100 Millimet. konnte das Gewicht 40 Millimet., von 200 Millimet. wieder 40 Millimet. und von 300 Millimet. nochmals 40 Millimet. weiter nach dem Ende des Stabes geschoben werden. Diese Kraft hielt sowohl während des abnehmenden Druckes, als auch nach dem Luftbad an. Dass diese Muskelkraftzunahme nicht durch Uebung entstand, sondern durch den Einfluss (des Sauerstoffs) der komprimirten Luft auf den Stoffwechsel, wird von J. Lange weiter experimentell bewiesen.

v. Vivenot, Sandahl, G. Lange, Panum glaubten, obwohl sie die vermehrte Sauerstoffaufnahme nur vermutheten, dass der Ueberschuss von Sauerstoff nicht allein durch die Lungen, sondern auch durch die Haut auf mechanischem Wege aufgenommen werde. Als Beweis dafür sieht v. Vivenot die Beobachtung Pol's an, dass bei einem unter hohem Druck (3—4 Atmosphären) arbeitenden Manne sich ein allgemeines Hautemphysem entwickelte, woran er starb. Ferner führt er das nach dem Aufenthalt in stark verdichteter Luft lästige Hautjucken, die rheumatismusähnlichen Muskelschmerzen nach mehrwöchentlichen, täglich 6—8stündigen Arbeiten in stark verdichteter Luft auf den durch die Haut nach Rückkehr zu normalem Luftdruck wieder freiwerdenden, doch vorher aufgenommenen Sauerstoff zurück.

Als Ausdruck einer vermehrten Sauerstoffaufnahme ist das Frischer- und Blühenderwerden des Aussehens Chlorotischer und Anämischer nach Luftdruckkuren anzusehen, wie auch die oft auffällig schnelle Erleichterung der emphysematösen Dyspnöe und das Schwinden der cyanotischen Gesichtsfarbe mancher Emphysematiker. Das Letztere kann indess meiner Ansicht nach auch aus der rein mechanischen Druckwirkung erklärt werden.

Erwähnen wollen wir noch, dass man auch die chemische Wirkung, die nun durch v. Liebig als unzweifelhaft hingestellt ist, zu verneinen versucht hat, indem man auf Grund der physiologischen Lehren eine vermehrte Sauerstoffaufnahme für unmöglich hält. Diese Zweifel beruhen aber auf unrichtigem Verständniss dieser Lehren, nach welchen gar wohl eine Veränderung der Sauerstoffaufnahme proportional dem Luftdruck möglich ist, so dass also unter erhöhtem Druck mehr, unter vermindertem weniger Sauerstoff aufgenommen wird. Ganz abgesehen aber davon, so wird bei Lungenkranken unter er-

höhtem Druck an und für sich schon dadurch die Luftzufuhr (und damit die Sauerstoffzufuhr) vermehrt, dass früher wenig oder nicht athmende Flächen wieder in das Athmungsbereich gezogen werden.

Schliesslich sei nur noch angeführt, dass nach Jochheim (Die Wirkungsweise der respirablen Gase. Erlangen 1872) die chemische Wirkung der im Kabinett verdichteten Luft bei Krankheiten, z. B. Phthise, auf dem mit der verdichteten Luft vermehrt zugeführten Stickstoff beruht, was nach den derzeitigen Erfahrungen nicht gut denkbar ist.

C. Wirkungen auf die Cirkulation.

Die Untersuchungen v. Vivenot's über die Einwirkung der komprimirten Luft auf den Kreislauf des Blutes haben theils frühere Beobachtungen bestätigt, theils zu neuen Beobachtungen geführt. In späteren Arbeiten, wie denjenigen von v. Liebig, findet sich manche neue Anschauung.

In Kürze sind die Wirkungen folgende. — Der Puls erfährt unter dem Einfluss der komprimirten Luft eine Verlangsamung, und zwar, wie v. Vivenot beobachtete, nehmen die Schläge in der Minute um 4—7 ab. Die Verlangsamung ist besonders bemerkbar bei abnorm beschleunigtem Puls und dann bei länger fortgesetztem Aufenthalt unter erhöhtem Druck.

Eine Verlangsamung des Pulses wurde von Tabarié bis zu v. Vivenot fast von allen Beobachtern festgestellt, nur Poiseuille, Junod und François sahen irrthümlicher Weise ein indifferentes Verhalten, resp. eine Beschleunigung desselben. — Die Verlangsamung des Pulses hält nach Rückkehr unter den normalen Druck nicht an, sondern sie macht der ursprünglichen Frequenz wieder Platz. Eine

dauernde Herabsetzung der Frequenz kann durch verstärkten Luftdruck nur indirekt eingeleitet werden und zwar da, wo primär vorhandene Athemhindernisse das bedingende Moment der Pulsbeschleunigung bilden und deren Beseitigung durch den Gebrauch der verdichteten Luft die Veranlassung zur sekundären Herabsetzung der Pulsfrequenz bildet. Die Herabsetzung der Pulsfrequenz kommt nach v. Vivenot zunächst auf rein mechanische Weise zu Stande, indem durch die Vermehrung des auf der Körperoberfläche lastenden Druckes der Widerstand, welchen die mit der Systole ausgestossene Blutwelle erfährt, vermehrt, dadurch die Herzaktion erschwert und die Herzpulsationsfrequenz consecutiv verlangsamt wird gemäss dem von Marey aufgestellten Gesetze: „Das Herz schlägt um so häufiger, je leichter es sich entleeren kann.“ Die Untersuchungen des Pulses der Art. radialis mit dem Sphygmographen zeigten v. Vivenot eine Aenderung der Gestalt der Pulswellenkurve. Die Höhe derselben nimmt ab, die Ascensionslinie wird weniger steil, schwächer, der Gipfel abgerundet und mehr nach hinten gerückt. Die durch Verminderung der Amplitude weniger steil abfallende Descensionslinie verwandelt sich aus einer wellenförmig gekrümmten in eine gerade, mehr oder weniger nach oben zu konvexen Linie — Momente, welche nach v. Vivenot für eine Verkleinerung des untersuchten Gefässes, für eine Vermehrung seines relativen Blutgehaltes und eine Vermehrung des der Herzsystole entgegengestellten Widerstandes und für einen erschwerten Abfluss in den Kapillaren sprechen. Mit der Rückkehr unter normalen Druck kehrt auch die Pulswellenlinie zu ihrer früheren Gestalt zurück. Aus diesen Erscheinungen erklärt sich auch ferner, dass unter verstärktem Luftdruck der Puls

kleiner, schwächer und fadenförmig wird, nahezu unfühlbar (unter sehr hohem Drucke, 2—3 Atmosphären) werden kann, was schon von Foley beobachtet wurde, der auch nach hohen Drucken eine Nachwirkung auf den Puls bemerkte. Die mit Hülfe einer Kautschukvorrichtung von v. Vivenot erhaltenen künstlichen Pulskurven ergaben die gleichen Aenderungen wie die natürlichen unter erhöhtem Druck, und diese Beobachtung spricht daher zu Gunsten der oben angedeuteten mechanischen Erklärung der Pulsverlangsamung, wie sie auch darthut, dass der an der Descensionslinie zu beobachtende Polikrotismus nur als der Ausdruck der durch Interferenz aufeinander folgender Blutwellen erzeugten und der elastischen Wandung des Gefäßes mitgetheilten Wellenbewegung zu betrachten ist. Dass die Herzaktion in verdichteter Luft nicht verstärkt ist, kann nach v. Vivenot als erwiesen betrachtet werden, unentschieden bleibt, ob dieselbe unverändert oder herabgesetzt wird. Letzteres ist nach v. Vivenot und Panum das Wahrscheinlichere. Ferner beobachtete v. Vivenot ein Hinaufrücken des Sphygmographenzeichenstiftes während des Stadiums des ansteigenden Druckes, obwohl das Instrument in keiner Weise eine Stellungsveränderung erlitten hatte, und derselbe führt diese Wirkung auf eine Erhöhung des allgemeinen Blutdruckes in der Art. radialis zurück. Die Untersuchungen, welche von J. Lange, Hensen, Panum, v. Vivenot mittelst des Hämadynamometer und des Kymographen zur direkten Messung des Blutdruckes in der Art. carotis gemacht haben, ergaben kein entgeltiges Resultat. Wahrscheinlich ist nach v. Vivenot, dass während des Stadiums der konstanten Druckhöhe nach erfolgter Ausgleichung, zu welcher es nach meiner Ansicht gar nicht im Kabinett kommt (siehe Seite 59—65), mit der Erreichung des neuen Gleichgewichtszustandes in Folge der verminderten

Herzaktion auch der Blutdruck im Aortensystem eine Herabsetzung erfährt.

In den Kreis der Wirkungen des verstärkten Luftdruckes auf die Cirkulation gehören auch die wichtigen Beobachtungen, dass das Blut aus den peripheren Organen verdrängt wird, die Gefässe der Konjunktiva und Retina, der Ohrmuschel beim Kaninchen verkleinert werden, die rubinrothe Pupille und Iris beim weissen Kaninchen entfärbt wird, dass die unter mehrfachem Atmosphärendruck beschäftigten Arbeiter erblassen. Diese Erscheinungen der peripheren Blutverdrängung wurden bereits von Junod, Ch. Pravaz, Petrequin, Sandahl, Foley u. A. gemacht und es liegt nach v. Vivenot die Vermuthung nahe, dass die beschriebenen Veränderungen im Blutgehalte des Auges unter gleichzeitiger Verminderung des intraoculären Druckes auf die Bewegungen der Regenbogenhaut nicht ohne Einfluss sind und dass auf diese Wirkungen die von ihm u. A. beobachtete Verengerung der Pupille bei verstärktem Luftdruck zu beziehen ist. Ebenso gehören unter die Folgen der genannten peripheren Blutverdrängung, dass unter dem Einfluss verdichteter Luft ein krankhaftes Pulsationsgefühl im Ohre und im Kiefer (bei Zahnschmerzen), die Injektionsröthe des entzündeten Trommelfelles, der Schmerz und das Wärmegefühl in den Verbreitungsbezirk eines Rothlauf's, der Kropf in seinem Umfange abnimmt; Wahrnehmungen, welche verschiedene Beobachter (Ch. G. Pravaz, Panum, v. Vivenot, Freud etc.) berichten. Die periphere Blutverdrängung als direkte Druckwirkung auf die Oberfläche des Körpers giebt v. Liebig nicht zu. Derselbe erklärt die beobachteten Symptome indirekt aus

der Erweiterung des Blutstrombettes in den Lungen auf Grund der Untersuchungsergebnisse von Quinke und Pfeifer (Reichert's und du Bois Reymond's Archiv 1871. 1. Heft). Diese fanden, dass bei der durch negativen Druck (durch Luftverdünnung ausserhalb und innerhalb des Thorax) bewirkten Inspiration, welche der natürlichen Inspiration, wie unter Anderen Stern (siehe meinen Bericht Schmidt's Jahrbücher Bd. 167. 1. H. S. 79. 80) für diesen Respirationsakt ausführlich nachgewiesen hat, am meisten entspricht, das Strombett aller Gefässe der Lunge erweitert wird, während die Expiration die Entleerung der Gefässe durch den Elasticitätseinfluss der Alveolarwände auf das in ihnen verbreitete Kapillarsystem befördert. Daraus folgt nach Liebig, dass, da die vitale Inspirationsstellung unter erhöhtem Druck herbeigeführt wird, auch der Blutzufluss nach den Lungen eine Vergrösserung erfährt, wodurch die peripheren Gefässe entleert werden. Ob man diese Deduktion so glatt annehmen darf, unterliegt noch ziemlichem Zweifel. v. Liebig wurde zu dieser Erklärung gebracht, weil er eine Blutverdrängung bei dem auf den ganzen Körper wirkenden Druck im Kabinett nicht einsehen kann. Von vornherein wirkt aber der Druck im Kabinett zuerst auf die Peripherie mehr als auf die tieferen Theile, und auch hier ist meine Seite 61. 62 gegebene Erklärung für die mechanische Lungenerweiterung resp. Einseitigkeit des Druckes im Kabinett überhaupt verwendbar.

Hinsichtlich des Einflusses der Druckverstärkung auf das venöse System stellte Panum Versuche an, indem er ein Manometer in die Jugularvene brachte. Er fand, dass der venöse Blutdruck unter dem Einfluss erhöhten Druckes eine Abnahme erfährt.

Ueber den Einfluss der verdichteten Luft auf das Lymphgefässsystem liegen keine Untersuchungen vor, doch scheint die Annahme nahe, dass die Druckverstärkung der

Luft auf Blut- und Lymphstrom und Lymphbewegung nur fördernd wirkt, dass ferner der auf das Herz und die grossen Gefässe von den vergrösserten Lungen ausgeübte negative Druck und demgemäss auch die Aspiration (Ch. G. Pravaz) durch den Thorax eine Zunahme erfährt, kurz, dass die Blut- und Lymphcirkulation unter verstärktem Luftdruck erleichtert wird (v. Vivenot).

Störungen in der Blutvertheilung in Folge der mechanischen Druckwirkung der verdichteten Luft auf die mehr peripherisch gelegenen Blutgefässe, so dass eine Ueberfüllung centraler Organe mit Blut eintritt, werden bei den zu Kurzwecken üblichen Drucken und der Vorsicht im Uebergange zur dichteren und zur normalen (dünneren) Luft nicht beobachtet. Nur schneller Uebergang von einem höheren zu einem niedrigeren Drucke schadet, und der Körper ist hier nicht im Stande, immer die schnell entstandene Druckdifferenz schadlos auszugleichen, so dass Kongestionen, Hämorrhagien, Schmerzen, überhaupt Gleichgewichtsstörungen („Perturbationsstörungen“) der verschiedensten Art im Cirkulationssysteme, selbst Gasentwicklung aus dem Blute, Aufhebung der Cirkulation und Tod eintreten können. Die sämmtlichen Zufälle nach Rückkehr von hohem zu niedrigem Luftdruck hat man mit dem Namen „Entschleussungssymptome“ belegt und dieselben wurden im Allgemeinen nur bei zu technischen Zwecken verwendeten sehr hohen Luftdrucken in gefahrdrohender Weise beobachtet. Zu diesen Entschleussungssymptomen werden auch das bereits erwähnte nach hohem Luftdruck eintretende Hautjucken, die entstehenden Muskelschmerzen und die zuweilen an Arbeitern in Taucherglocken beobachteten Muskelgeschwülste gerechnet. Bei in Folge schneller Rückkehr von hohem zu niedrigerem Druck akut verlaufenden Fällen beobachtete man: geröthetes Gesicht, harten, vollen, frequenten

Puls, erhöhte Herzaktion, beschleunigte, röchelnde Respiration, Dyspnöe, Stickanfälle, Blutungen aus Ohr, Mund, Nase und Lungen, Delirien, Schwindel, Ohnmacht, Amaurose, Erbrechen, Coma, Trismus, Lumbalschmerzen, Paraplegie, Harnverhaltung (François, Pol, Foley etc.). Als Specificum gegen die genannten Erscheinungen empfehlen Pol und Foley schleunige Rückkehr zum erhöhten Luftdruck. Die meisten der Entschleussungssymptome, besonders die vom Gehirn, Rückenmark etc., werden auf das oben bereits erwähnte Freiwerden von Luft aus dem Blute bezogen, deren Bläschen in der Weise wie Emboli wirken. Die Erscheinung des Hautjuckens und der rheumatismusähnlichen Muskelschmerzen wurde an früherer Stelle schon durch den freiwerdenden Sauerstoff erklärt.

Die gefährlichen Entschleussungssymptome wurden, wie erwähnt, unter der vorsichtigen Anwendung des überhaupt niedrigen Druckes im pneumatischen Kabinett noch nicht beobachtet.

D. Wirkung auf verschiedene andere Organe.

Als Ausdruck der Wirkung der komprimirten Luft auf andere Organe wurden folgende Erscheinungen noch beobachtet: Schlafneigung, vermehrte Harnsekretion, grössere Bethätigung der Digestionsorgane; Erscheinungen, die man aus einer vermehrten Blutfülle der betreffenden Organe (Gehirn, Nieren, Magen, Darm), in Folge des Druckes auf die peripheren Blutgefässe hervorgegangen, ansehen kann. Es sind diese Erscheinungen jedoch keineswegs hochgradige. Von manchen Forschern wurde auch anstatt Schlafneigung zuweilen das Gegentheil, Erregtheit, beobachtet.

Die Harnstoffausscheidung ist nach A. Fränkel (siehe Seite 47) vermehrt. J. H. T. Pravaz (in Lyon) fand bei seinen

Experimenten die grösste Vermehrung der Harnstoffausscheidung im Beginn des Aufenthaltes in komprimirter Luft. Sehr stark vermehrt wird die Harnstoffausscheidung unter sehr hohen Drucken (P. Bert). Die Vermehrung der Harnstoffausscheidung ist immer auf den gesteigerten Stoffwechsel während des Aufenthaltes in komprimirter Luft zu beziehen.

nige Rückkehr zum erhöhten Luftdruck. Die meisten der Entschleunigungssymptome, besonders die vom Gehirn, Rücken-

mark etc., werden durch die Freierwerden von Luft aus dem Blute bedingt, deren Bläschen in der Weise

E. Auf die Körperwärme
soll die verdichtete Luft ebenfalls verändernd einwirken, nur über die Art der Abweichung gehen die Beobachtungen auseinander. Während Tabarié, Milliet, Bertin, Levinstein, J. Lange etc. ein Gleichbleiben, selbst ein Herabgehen der Körperwärme sahen, erschien anderen Beobachtern, wie Foley, Tutschek, Sandahl etc., die Körperwärme eine Steigerung zu erfahren. Die Untersuchungen fast aller dieser Forscher sind aber nicht mit dem wichtigsten Mittel, mit dem Thermometer, gemacht, sondern stützen sich nur auf allgemeine äussere Erscheinungen. v. Vivenot und ganz neuerdings J. G. T. Pravaz machten ausführliche Untersuchungen nach dieser Richtung und fanden, dass die Körperwärme etwas stieg. Die Steigerung bleibt aber immer noch innerhalb der normalen Temperatur. Wenn die Ausgangstemperatur des Versuches zum Beispiel $+ 29,23^{\circ}$ R. (ca. $36,6^{\circ}$ C.) betrug, so stieg die Temperatur allmählich bis zum konstanten Druck auf $+ 29,67^{\circ}$ R. ($37,124^{\circ}$ C.), erhielt sich auf dieser Höhe und fiel mit dem absteigenden Druck wieder auf $+ 29,51^{\circ}$ R. ($36,875^{\circ}$ C.). v. Vivenot und die Anderen führen diese Temperaturerhöhung auf den vermehrten Verbrennungsprocess mit grösserer Wärmebildung in Folge der erhöhten Sauerstoffaufnahme unter erhöhtem Druck zurück.

2) Kritik über die Wirkungen der komprimirten Luft des pneumatischen Kabinettes.

Am Schlusse der Auseinandersetzung der Wirkungen des erhöhten Luftdruckes innerhalb des pneumatischen Kabinettes müssen wir auf die Fragen kommen, welche ganz besonders in der Neuzeit von verschiedenen Seiten aufgeworfen worden sind und welche einen Zweifel in der Anerkennung dieser oder jener Wirkung der komprimirten Luft des Kabinettes verrathen. Wir können und dürfen die Frage, ob auch alle früher angeführten Wirkungen des erhöhten Luftdruckes unbeanstandet anzunehmen sind, durchaus nicht übergehen.

Hauptsächlich gilt das Misstrauen den Wirkungen, welche sich auf die Lungen beziehen, vornehmlich den mechanischen Wirkungen. Diese sind es neben den chemischen, aus welchen die wichtigste Anwendung des Kabinettes — bei Lungenkrankheiten — folgt, und mit diesen mechanischen Wirkungen würde auch das pneumatische Kabinett überhaupt fallen müssen. Das Misstrauen gegen die mechanischen Wirkungen geht aus der Frage hervor, welche bei jedem nur einigermaassen tiefer, gar nicht einmal unter dem Einfluss physikalischer Kenntnisse, Denkenden unwillkürlich entsteht: „Warum sollen gerade die Lungen unter dem erhöhten Druck im Kabinett erweitert werden, wenn der ganze Körper demselben erhöhten Druck ausgesetzt ist?“

Allerdings ist der Druck im Kabinett ein allseitiger, kein einseitiger; eine grössere Entfaltung der Lungen setzt aber unwiderlegbar einen einseitigen Druck voraus.

Dass eine mechanische Wirkung auf die Lungen (wie überhaupt) im Kabinett ausgeübt wird, ist nicht abzuleugnen

und anzuzweifeln. Dafür sprechen die Untersuchungen von v. Vivenot, welche wiederholt von Anderen bestätigt wurden.

Die Zunahme der pneumatometrischen Werthe, die Erhöhung der vitalen Lungenkapazität, die durch Herabrücken des Zwerchfelles nachgewiesene Entfaltung der Lungen, die Verkleinerung der Herzdämpfung, die Verlangsamung und Zunahme der Tiefe der Athemzüge, der veränderte Rhythmus in der Respiration sind Symptome einer mechanischen Einwirkung resp. Erweiterung der Lungen unter dem erhöhten Luftdruck. Und gerade diese Erscheinungen von Seiten der Lungen bilden, wie wir schon andeuteten, wesentliche Anhaltspunkte für die therapeutische Verwerthung des erhöhten Luftdruckes bei Lungenkrankheiten.

Bis jetzt ist es nun nicht möglich gewesen, diese unwiderleglich beobachteten mechanischen Wirkungen im pneumatischen Kabinett überhaupt zu erklären, noch viel weniger aber bei Krankheiten, wo das Kabinett entschiedenen und wesentlichen Nutzen schafft (Emphysem, Asthma). Trotz der vielen günstigen Berichte aus pneumatischen Heilanstalten, bei deren Besitzern nicht ausnahmslos geschäftlicher Eigennutz bestimmend für solche Berichte gewesen sein kann, musste man unter dem Mangel an Beweisen für die Erklärbarkeit in mechanischer Hinsicht auf die zu entschuldigende Annahme kommen, dass nur die chemische (symptomatische) Wirkung vorhanden sei.

Der eifrigste Vertheidiger der pneumatischen Kabinette und unermüdliche Forscher für Aufklärung dunkler Punkte in der Wirkung des künstlich erhöhten Luftdruckes, G. v. Liebig, hat versucht, die mechanische Wirkung der komprimirten Luft auf die Lungen zu erklären, indem er das Herabrücken des Zwerchfelles entstehen sieht dadurch, dass der Druck sowohl auf die äussere Oberfläche des Unterleibes,

als auch von Innen heraus auf das Zwerchfell wirkt. Diese Begründung, so bestechend sie auch ist, setzt aber immer wieder Einseitigkeit des Druckes voraus; im Kabinett ist der Druck jedoch allseitig, er wirkt auf die Oberfläche der Brust ebenso gut wie auf die des Leibes, kurz auf alle Theile, und lässt ohne Weiteres Einseitigkeiten nicht zu. Der Druck auf den Unterleib, wobei derselbe sich abflacht, weil sich die Darmgase innerhalb desselben verdichten, hält dem Druck in und auf der Brust vollkommen das Gleichgewicht, ganz in derselben Weise, wie unter dem Einfluss der atmosphärischen Luft, d. h. des normalen Luftdruckes.

Die mechanische Wirkung oder Erweiterung der Lungen lässt sich meiner Ansicht nach erklären, indem man einen einseitigen Druck auf die Lungen (wie überhaupt) im pneumatischen Kabinett ganz gut annehmen kann und zwar für die Zeit, innerhalb welcher der (veränderte) Druck sich auf jede Zelle des Körpers geltend macht.

Der veränderte Luftdruck wirkt keineswegs sofort auf alle Theile von Beginn seines Einflusses an gleichmässig; er muss zunächst die Theile am meisten treffen, welche oberflächlicher liegen und mit welchen die Luft in direkte Berührung kommt: die Körperoberfläche und die Lungen. Diese Theile unterliegen einseitig einem höheren Druck, während für die tiefer gelegenen Theile noch nicht Zeit genug für den Ausgleich der Druckdifferenz verflossen ist. Die natürliche Folge ist, dass das Blut mehr oder weniger von der Körperoberfläche verdrängt wird und dass die Lungen erweitert werden. Diese Einseitigkeit dauert, wie erwähnt, so lange, bis sich die Endwirkung auf jede Zelle des Körpers erstreckt hat. Zu dem vollen Ausgleich in der Druckdifferenz, welcher auch noch ausserdem, als von dem härteren oder

weiche- ren Gefüge der Gewebe abhängig, auf ver-
 schiedene Zeitdauer ausgedehnt sein muss, genügen aber
 sicherlich nicht zwei Stunden, welche für den Kuraufenthalt
 im Kabinett festgesetzt sind. Dazu kommt noch, dass von
 diesen zwei Stunden nur eine für den konstanten Druck be-
 stimmt ist, während die andere Stunde für die Uebergangs-
 zeiten verwendet wird. Die Untersuchungen über den Einfluss
 der komprimirten Luft im Kabinett wurden aber in der Haupt-
 sache unter zweistündigem Aufenthalt gemacht.

Freilich folgt aus dieser Erklärung auch, dass **nach**
 längerer Einwirkung des erhöhten Luftdruckes
 die mechanische Wirkung aufhört. Da aber so
 lange der Aufenthalt im Kabinett nicht ausgedehnt wird, fällt
 auch die Bedeutung dieser Thatsache für dasselbe. Wir haben
 das gleiche Verschwinden der anfänglichen subjektiven
 und objektiven Erscheinungen unter niedrigeren Luftdruck
 (beim Höhengaufenthalt). Der Mensch befindet sich zuletzt
 ebenso wie unter dem normalen Druck, sein Körper hat sich
 dem Druck akkommodirt, d. h. der Druck wirkt auf jeden
 feinsten Theil seines Körpers.

Wir haben also jetzt die Wirkung der peripheren
 Blutverdrängung von der Haut etc. und die Er-
 weiterung etc. der Lungen während des zunehmenden
 und konstant hochbleibenden Druckes (für diesen Druck gilt
 es nur für eine mehr oder weniger grössere Zeit) erklärt.

Wenn wir nun den Vorgang des allmählichen Ausgleichs
 für den ansteigenden Druck und für das Konstantbleiben des
 Druckes während des Aufenthaltes im Kabinett gelten lassen,
 so müssen wir die gleichen Verhältnisse auch für den ab-
 steigenden Druck annehmen. Wir haben hier aber
 mit dem Uebergang von einem dichteren Medium in ein dün-
 neres, mit dem Uebergang von einem erhöhten zu einem nie-

drigeren Luftdruck zu thun. Der Ausgleich geschieht ebenso allmählich, der niedrigere Luftdruck muss ebenso gut auf Haut und Lungen zuerst einwirken, die Haut und die peripher gelegenen Schleimhäute werden blutreicher, die Lungen werden aber nicht erweitert, sondern retrahirt, so lange bis der Körper unter normalem Luftdruck wieder in vollem Gleichgewicht sich befindet. Damit ist auch gleichzeitig die Auflösung des Räthsels für die radikale Heilung des Emphysems und Asthmas durch den Aufenthalt im Kabinett unter erhöhtem Druck gefunden. Ein schneller Uebergang vom höheren zum niedrigeren Luftdruck erzeugt deshalb — d. h. der einseitigen Druckwirkung wegen — die sogenannten Perturbationserscheinungen, die wir bereits kennen lernten.

Das Lungenemphysem und Asthma gaben den Anstoss für alle Zweifel über die mechanischen Wirkungen des erhöhten Luftdruckes, obwohl bei ihnen gerade bis auf die neueste Zeit sich für eine radikale Heilung fast einstimmig die betreffenden Praktiker aussprachen. Die Zeit mag lehren, ob man gegen diese meine Erklärungsweise wird gegründete Einwendungen machen können. Ich glaube es nicht.

In Kürze zusammengefasst, stellt sich nun auf Grund des erörterten einseitigen Einflusses des erhöhten Luftdruckes im pneumatischen Kabinett die mechanische Wirkung desselben, die wir nur als „Druckausgleichswirkung“ auffassen, auf die Lungen so dar:

1) Dass der ansteigende und der im Kabinett die übliche Zeit andauernde konstante Druck eine mechanische Erweiterung der Lunge bewirkt;

2) dass der absteigende eine mechanische Retraktion derselben herbeiführt.

Damit ist auch die Erklärung für die Elastizitätszunahme des Lungengewebes gegeben, für welche ebenfalls noch keine genügenden Beweise beigebracht werden konnten (siehe Seite 42 und 49). Verständlich sind nun ferner die von den Beobachtern gemeldeten Nachwirkungen und das Habituellbleiben der grösseren Lungenkapazität, der pneumatometrischen Werthe, der erleichterten Athmung etc.; verständlich sind ferner alle Erscheinungen einer peripheren Blutverdrängung, welche, wie wir sahen, G. v. Liebig nicht zugestehen will, indem er die Blutarmuth der peripheren Theile (Seite 54) auf das erweiterte Lungenblutstrombett verweist; verständlich sind endlich viele der mechanischen Wirkungen auf die Herzaktion.

Der erhöhte Druck im pneumatischen Kabinett ist nach dem eben Erörterten ein so subtiles und sanftwirkendes Mittel, besonders auf das erkrankte Lungengewebe, wie man anders es sich kaum denken kann. In der auf eine zweistündige Dauer verlegten Wirkung liegt so viel Naturgemässes, dass man die ganze Spanne Zeit einer Sitzung mit einem auf zwei Stunden auf alle seine Sphasen ausgedehnten normalen Athemzug vergleichen kann. Untersuchungen über das Verhalten der Kohlensäureausscheidung während des absteigenden Druckes und kurze Zeit nach Rückkehr zu normalem Druck werden sicherlich andere Resultate als die unter konstantem Druck gewonnenen liefern: eine Vermehrung derselben. Genaue Untersuchungen durch Perkussion und Auskultation, die Beobachtungen am Pneumatometer und Spirometer bestätigen bereits die genannten (therapeutisch radikalen) Wirkungen auf das Lungengewebe und die Lungen.

Eine kritische Besprechung der chemischen Wirkung der verdichteten Luft im Kabinett erledigt sich durch die v. Lie-

big'schen Untersuchungen, welche die vermehrte Sauerstoffaufnahme nachweisen.

Alle übrigen Wirkungen des erhöhten Luftdruckes sind schon an den betreffenden Stellen im vorhergehenden Abschnitt zum Theil kritisch beleuchtet, so dass wir von hier aus auf diese Stellen verweisen. Die wichtigsten Wirkungen waren und sind die auf die Lungen, und diese sind besprochen.

3) Therapeutische Verwendung der komprimirten Luft im Kabinett.

Aus den in dem vorigen Abschnitt aufgeführten Wirkungen setzt sich auch die therapeutische Anwendung der Bäder in komprimirter Luft zusammen. In Folge des Druckes der dichteren Luft auf die Haut und die Schleimhäute der Respirationsorgane wird das Blut aus ihnen verdrängt (anti-hyperämische Wirkung) und es werden die Sekretionen dieser Organe beschränkt; die verdichtete Luft wirkt sekretionshemmend (antikatarthale Wirkung). Durch die Verdichtung der Gewebe wird der Tonus derselben erhöht; durch die vermehrte Sauerstoffaufnahme in den Lungen (chemische Wirkung) wird die Blutbeschaffenheit gebessert und der Stoffwechsel befördert, das Nahrungsbedürfniss erhöht, die Thätigkeit der Organe, Muskeln und Nerven angeregt, die Sekretion der Drüsen vermehrt; die Lungen werden mechanisch stärker entfaltet und retrahirt, die Athmungsfläche und die Lungenkapazität wird dadurch eine grössere; die natürliche Kommunikation krankhaft verschlossener lufthaltiger Räume wird wiederhergestellt; in Folge der centripetalen Druckwirkung wird die Resorption befördert,

Transsudate, Exsudate und seröse Infiltrationen werden schneller aufgesaugt. — Das sind ungefähr in Kürze die Wirkungen der verdichteten Luft im pneumatischen Kabinett in therapeutischen Rahmen gebracht.

Was nun speciell die Krankheiten anlangt, bei welchen das pneumatische Kabinett verwendet wurde, so ging es vom Anfang an diesem Mittel wie beinahe allen ähnlichen Mitteln, man glaubte, die komprimirte Luft gegen alle Krankheiten anwenden zu müssen und wendete sie auch gegen fast alle Krankheiten an. Fast jeder Besitzer eines pneumatischen Kabinettes glaubte die Aufgabe zu verspüren, immer Neues zu liefern. Und die Sucht nach universeller Anwendung des pneumatischen Kabinettes hat weit mehr geschadet als genützt, sie war eher geeignet, das Vertrauen zu demselben zu untergraben, als zu erhöhen. In der neuesten Zeit ist es aber so weit gekommen, dass man das pneumatische Kabinett nur noch gegen wenige Krankheiten als empfehlenswerth anerkennt, ja es droht ihm sogar im Kampf mit den transportablen Respirationsapparaten zur lokalen Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft der Untergang. Ob das pneumatische Kabinett sich schliesslich behaupten wird, mag die Zeit lehren; ob es und welche Vorzüge es vor jenen transportablen Apparaten hat, wird der Leser unseres Werkes nach Vergleich der Wirkungen der Respirationsapparate mit denen des pneumatischen Kabinettes selbst finden, wir müssen aber in unserer ganz unparteiischen Stellung befürchten, dass der Sieg endlich auf Seite der Respirationsapparate bleiben muss*). Wie lange sich diese wieder erhalten werden, ist eine andere Frage, über welche die beste Richterin wieder „die Zeit“ ist.

Das pneumatische Kabinett wurde und wird gegenwärtig

*) Vergleiche: Unterschied der transportablen pneumatischen Apparate und der pneumatischen Kabinette.

angewendet resp. empfohlen gegen die mannigfachsten Krankheiten. Die meiste Anwendung findet es gegen chronische Katarrhe der Bronchien, gegen Asthma, Lungenemphysem, Phthise und wohl auch Anämie. Gegen die meisten anderen später aufgezählten Krankheitszustände wurde es vereinzelt wohl empfohlen, ob aber überall angewendet, ist eine andere Frage. Wir wollen die Krankheiten der Reihe nach durchgehen, wobei gleichzeitig die Zahl, unter welcher die einzelne Krankheit steht, als der Ausdruck für die Bedeutsamkeit des Kabinettes in seiner Wirkung angesehen werden mag.

1) Chronische Bronchialkatarrhe mit besonders vermehrter Sekretion.

Die Hyperämie der Schleimhaut der Bronchien wird durch den grösseren Druck der Luft beschränkt, die Sekretion wird geringer, der Luftverkehr wird befördert und durch die vermehrte Sauerstoffzufuhr die meist vorhandene Dyspnöe aufgehoben, die oft schlechte Ernährung gebessert, der Stoffwechsel angeregt; der Husten wird geringer. Der Erfolg ist oft schon nach einigen täglich zweistündigen Sitzungen vorhanden. Bei Kindern, welche durch fortwährende Wiederholung von Bronchialkatarrhen dem trostlosen Zustande eines früh sich entwickelnden Emphysems und Asthmas entgegengehen, sagt v. Liebig, ist die Anwendung des erhöhten Luftdruckes von grösstem Werthe. Klimatische Kuren und Bäder nützen nichts gegen die Rückfälle, welche durch das Kabinett verhindert werden.

2) Chronisches vesikuläres Lungenemphysem.

Uebereinstimmend gilt diese Krankheit als eines der ersten Heilobjekte für das pneumatische Kabinett. Die Einen halten es für ein Radikalmittel, die Anderen aber nur für ein symptomatisches. Wir wollen im Nachstehenden die darauf bezüglichen Auseinandersetzungen geben.

Die Vertreter der Anschauung, dass das Lungenemphysem ein Radikalmittel gegen dasselbe werden könne, sagen: da unter dem Einfluss der komprimirten Luft die Respiration erleichtert, verlangsamt und die Inspiration tiefer wird, das Zwerchfell tiefer herabsteigt, weil sich das Abdomen verflacht, die Lungen sich deshalb mehr ausbreiten, denselben mehr Sauerstoff zugeführt wird, so müssen augenblicklich die lästigen Athembeschwerden der Emphysematiker vermindert und beseitigt werden. Da aber sich unter dauerndem Gebrauch der komprimirten Luft ferner die vitale Lungenkapazität hebt, der In- und Expirationsdruck zunimmt, die vitale Mittelstellung der Lunge dem Stande der tiefsten Inspiration näher gerückt wird und den Lungen sonach bleibend mehr Sauerstoff zugeführt wird; da der Tonus der Gewebe sich nach längerem Gebrauch der komprimirten Luft erhöht, die Elasticität der Lunge darauf hin gewinnt, so ist die komprimirte Luft der Kabinette nicht nur ein palliatives symptomatisches, sondern auch ein radikales Heilmittel des vesikulären Lungenemphysems.

Wenn wir uns jedoch vergegenwärtigen, dass das vesikuläre Lungenemphysem auf einer Elasticitätsverminderung und auf einer übernormalen bis ektatischen Ausdehnung des Lungengewebes beruht, so steigen allerdings ganz entschiedene Zweifel über die Wirksamkeit der pneumatischen Kabinette als radikales Heilmittel gegen die erwähnte Krankheit auf. Alle genannten mechanischen und chemischen Wirkungen zur Erklärung der Heilbarkeit des Lungenemphysems durch das pneumatische Kabinett sind nicht im Stande, die Elasticitätsverminderung und die übernormale Ausdehnung des Lungengewebes zu heben. Die bisher angenommenen mechanischen Wirkungen des erhöhten Druckes der pneumatischen Kabinette sind geradezu nicht verwendbar für die Erklärung;

denn das Emphysem ist eine Expirationsinsuffizienz, der erhöhte Druck aber erschwert die Expiration; die Lungen werden nicht verkleinert, sondern noch mehr entfaltet. Dazu kommt noch, dass auch die chemische Wirkung keine vollständige ist, da nur die Sauerstoffaufnahme, aber nicht die Kohlensäureausscheidung befördert wird. Abgesehen aber davon, so können die physikalischen Läsionen des Emphysems unmöglich durch den erhöhten Druck der Kammern auf Grund der bisher angenommenen Wirkungen derselben gehoben werden, es kann das pneumatische Kabinett kein radikales Heilmittel für dasselbe sein, sondern nur ein symptomatisches, dadurch, dass der erhöhte Druck lediglich eine vermehrte Sauerstoffaufnahme bewirkt, die G. v. Liebig nachgewiesen hat. Auf dieser chemischen Wirkung beruhen nach Ausspruch Derer, welche nur eine symptomatische Wirkung der pneumatischen Kammer anerkennen, auch nur die übereinstimmend gemeldeten günstigen Erfolge beim Emphysem: das Schwinden der Dyspnöe, das Vergehen der vorhandenen Cyanose, die Hebung der Ernährung, das subjektive Wohlbefinden, die allgemeine Erleichterung etc., alle übrigen durch den mechanischen Einfluss des erhöhten Luftdruckes angenommenen Erscheinungen von Seiten der Lungen verwirft und verneint man entweder ganz, wie wir früher schon sahen, oder kann sie, einmal als vorhanden angenommen, nicht für eine radikale Heilung des Lungenemphysems aus den wiederholt schon angeführten Gründen verwerthen.

Waldenburg versuchte seiner Zeit die mechanische Wirkung des Kabinettes beim Emphysem zu rechtfertigen durch die Annahme, dass die elasticitätsarme, emphysematöse Lunge durch Einnahme der vitalen Mittelstellung und durch Hinabrücken in eine tiefere Inspirationsstellung in eine mittlere

Spannung versetzt werde, so dass die vorhandene Elasticität der emphysematösen Lunge für diese Mittelstellung ausreicht, während sie für die früheren Spannungsverhältnisse insufficient war. Neuerdings hat Waldenburg jedoch seine Ansicht geändert und er steht gleichfalls auf der Seite Derer, welche das Kabinett als Palliativmittel beim Emphysem ansehen und nur die chemische Wirkung für dasselbe anerkennen. Auch Biermer und Gerhardt, so wie alle Anhänger der „Respirationsapparate“ (siehe diese) theilen diese Ansicht.

Die Elasticitätszunahme des Lungengewebes suchen Manche aus der den Tonus der Gewebe erhöhenden Eigenschaft der komprimirten Luft des Kabinettes zu beweisen; eine Theorie, für welche nicht der mindeste Anhalt vorhanden ist.

v. Vivenot führt zum Beweise der radikalen Wirkung des pneumatischen Apparates beim Emphysem an, dass an Stellen, wo vorher kein Vesikulärathmen hörbar war, solches nach der pneumatischen Kur hörbar wurde.

v. Liebig sucht die Wirkung der komprimirten Luft des Kabinettes bei Emphysem auf den Einfluss der Elasticität der Lunge auf die Blutcirculation zurückzuführen. Diese Ansicht setzt wieder eine Zunahme der Elasticität des Lungengewebes unter erhöhtem Druck voraus, die bis jetzt nicht bewiesen ist. Dagegen kann die v. Liebig angenommene vergrösserte Blutcirculation in den Lungen unter dem erhöhten Druck (siehe Seite 55) einigermaassen eine Erklärung für die Heilbarkeit des Emphysems durch das pneumatische Kabinett abgeben. Die pathologischen Veränderungen in den emphysematösen Lungen bestehen zum Theil im Anfang in Ernährungsstörungen des Lungengewebes auf Grund anämischer Processe und nachfolgender Obliterationen der Kapillaren (Isaaksohn, siehe meinen Bericht über Emphysem in Schmidt's Jahrb. Bd. 163 Seite 187 oder Virchow's Archiv LIII. 4. p. 466. 1871), so dass all-

mählich ein Schwinden der Alveolarwände mit Bildung von Ektasien etc. eintritt, wenn nicht irgend ein Mittel geschaffen wird, welches die Cirkulation erhöht. Da nun der erhöhte Druck im Kabinett die Inspiration befördert und sonach das Blutstrombett erweitert, so wäre ein Mittel dieser Art hier vorhanden. Auf dieser Basis würde die Heilung eines Emphysems nicht unmöglich erscheinen. Nicht in Zunahme der Elasticität des Lungengewebes (der sogenannten elastischen Nachwirkung v. Liebig's) würde dann die Heilbarkeit des Lungenemphysems zu suchen sein, sondern in der erhöhten Ernährung des Lungengewebes bei bleibender Anregung zu derselben unter erhöhtem Druck.

Ich habe bis jetzt den Stand der Dinge über die Frage: „Ist der erhöhte Luftdruck der pneumatischen Kammer ein radikales Heilmittel bei Lungenemphysem oder nur ein symptomatisches?“ gegeben, und man muss gestehen, dass die Gründe Derer, die den erhöhten Luftdruck nur als ein symptomatisches Mittel gegen Lungenemphysem betrachten, die schwerer wiegenden sind; dass der Boden für eine Erklärung der radikalen Heilwirkung auf die Veränderungen des Lungenemphysems in den mechanischen Wirkungen des erhöhten Luftdruckes auf die Lungen bis jetzt fehlt; ja dass die mechanische Erweiterung der Lungen durch den Aufenthalt in komprimirter Luft geradezu der Annahme einer Heilwirkung auf die Lungen bei Emphysem entgegensteht. In einem früheren Abschnitt (Seite 59) habe ich aber nachgewiesen, dass die komprimirte Luft des Kabinettes ebenfalls eine Retraction des Lungengewebes bewirkt, und mich auch schon dort gelegentlich auf die Bedeutung dieser Erscheinung für die Heilbarkeit des Lungenemphysems bezogen. Die an jener Stelle gegebenen Auseinandersetzungen lassen mit Leichtigkeit die Annahme

einer radikalen Einwirkung der komprimirten Luft im Kabinett auf die pathologischen und physikalischen Veränderungen bei Lungenemphysem verstehen und geben gleichzeitig erklärenden Aufschluss für manche Beobachtungen, welche bei Emphysem nach Gebrauch des erhöhten Druckes auftraten, trotzdem sie nicht mit der bisher angenommenen mechanischen Erweiterung der Lunge in Einklang sich befanden, nämlich: für die Zunahme der pneumatometrischen Werthe, der vitalen Lungencapazität, der Elasticität des Lungengewebes.

Die Kurdauer richtet sich nach dem konkreten Fall; oft sind 20—30 täglich zweistündige Sitzungen genügend, um allseitige Erleichterung zu erzielen, oft aber ist eine monatelange Kur nöthig.

Während die Ansichten über die radikale Heilbarkeit des Emphysems ohne jede Komplikation durch das pneumatische Kabinett, wie wir gesehen haben, sehr schwankende und wenn auch mit Unrecht mehr negative sind, so ist dies nicht der Fall bei der Heilbarkeit der Komplikationen des Lungenemphysems. Bekanntlich ist dasselbe oft mit einem chronischen Bronchialkatarrh und mit asthmatischen Anfällen verbunden. Gegen beide Zustände ist der erhöhte Druck des Kabinettes als ein erhebliches Beseitigungsmittel von allen Seiten anerkannt. Wie die komprimirte Luft gegen die chronischen Bronchialkatarrhe wirkt, wurde bereits erörtert, gegen die asthmatischen Anfälle wirkt sie in gleicher Weise wie gegen das Lungenemphysem. Viele wollen hier auch in der komprimirten Luft die Tonus erhöhende und damit die nervenstärkende Eigenschaft als heilend erblicken, wenn das Asthma allein auf Krampf der Bronchialmuskulatur beruht. Ist ein Katarrh der Bronchialschleimhaut die Gelegenheitsursache zu dem Krampf, so geht die Hebung des Asthmas aus der sogenannten antihyperämischen und antikattarrhalischen

Wirkung der komprimirten Luft neben ihrer chemischen hervor. Ganz in gleicher Weise erklären sich auch die übereinstimmend gemeldeten Erfolge bei

3) *Bronchialasthma*, wenn es von Katarrhen abhängig ist. Nur beim rein nervösen Asthma versagt oft die Wirkung des Kabinettes wie zuweilen jedes Mittel. Im Allgemeinen beobachtete man, dass die asthmatischen Anfälle durch den Gebrauch der pneumatischen Kammer seltener und milder wurden. Zur Zeit der Höhe der Anfälle jedoch wendet man Sitzungen in komprimirter Luft nicht an. Auf alle Fälle wirkt beim Asthma neben der vermehrten Sauerstoffzufuhr und Sauerstoffaufnahme die mechanische Erweiterung der Lunge günstig. Sollte sich die Störk'sche Anschauung, dass das *asthma bronchiale* stets auf einer akuten Schwellung der Schleimhaut der Bronchiolen beruht (wie man schon früher annahm), Eingang verschaffen können und bewahrheiten, so ist die Wirkung des pneumatischen Kabinettes hier noch leichter zu deuten. Vor der Hand hat jedoch die Biermer'sche Theorie noch die meisten Anhänger, obwohl sich in neuester Zeit auch andererseits Beweise finden, dass das *Bronchialasthma* nicht immer eine *Expirationsinsufficienz* (Biedert) ist, so dass die bald bessere, bald schlechtere Wirkung des Kabinettes hierin eine Erklärung hätte.

4) *Lungenphthise*.

Sowohl die sämtlichen mechanischen Wirkungen, wie auch die chemische Wirkung der komprimirten Luft des Kabinettes ist bei dieser Krankheit günstig. Wir ersparen uns, alle die Wirkungen wieder einzeln anzuführen, sie sind schon wiederholt betont worden und Jedem in ihrer Bedeutung bei der Phthise verständlich. Die Entfaltung der Lungen, die Erhöhung des Ex- und Inspirationsdruckes, die Zunahme der Tiefe der Inspirationen, die Zunahme der vitalen Lungen-

kapazität etc. etc. sind neben der vermehrten Sauerstoffzufuhr als Ersatz für die Beschränkung der athmenden Lungenfläche Momente, welche die Nützlichkeit in den verschiedenen Erkrankungsformen, die man mit dem Kollektivnamen „Phthise“ bezeichnet, darthun. Natürlich sind hier wegen des Kollektivbegriffes auch schärfere Indikationen aufzustellen.

Eine ganz besondere Indikation bildet der sogenannte phthisische Habitus. Die zu enge, schmale, wenig tiefe oberflächlich athmende Brust erfährt unter dem Einfluss des pneumatischen Kabinettes nach Uebereinstimmung aller Sachverständigen vorzügliche Besserung und Kräftigung. Meist sind derartige Individuen gleichzeitig blutarm, so dass wir hier ein allseitig, chemisch und mechanisch, wirkendes und wirkungsvolles Mittel im pneumatischen Kabinett besitzen.

Nächst dem phthisischen Habitus sind es die sogenannten **Anfangsstadien** der meist so unglücklich verlaufenden Processe in den Lungenspitzen, auf deren pathologisch-anatomische Klassifikation hier einzugehen nicht der Ort ist. Wir müssen uns bei Aufführung der für das pneumatische Kabinett passenden Formen an die klinischen Einteilungen halten. **Zu diesen Anfangsstadien** gehören alle sogenannten Spitzenkatarrhe, Peribronchitiden, chronischen parenchymatösen Lungenentzündungen (chronische Desquamativpneumonien), welche den Angriffspunkt für die komprimirte Luft im Kabinett bilden. Der Einfluss der mechanischen Druckwirkung auf die hyperämischen, chronisch entzündlich geschwellten Gewebe tritt hier zunächst hervor und zeigt sich in der Verminderung der subjektiven wie objektiven Beschwerden. Der Athem wird leichter, tiefer, der vorhandene Husten nimmt ab, der oft nebenhergehende Bronchialkatarrh schwindet, der Inspirationsdruck steigt und die vitale Lungenkapazität wird vergrößert. Mit

diesen sichtbaren Zeichen der Besserung gehen auch günstige Veränderungen in dem Process selbst einher und lassen sich durch die physikalische Untersuchung nachweisen. Dadurch ferner, dass das Athmungsgebiet unter dem Einfluss des erhöhten Druckes vergrössert wird, dem Körper der ihm zum Stoffwechsel nöthige Sauerstoff wieder zugeführt wird, die Lungen selbst durch die Erweiterung ihres Blutstrombettes besser ernährt werden, sind weitere Momente geschaffen, welche auf die genannten Processe günstig einwirken. Die Ernährung des Körpers wird eine bessere, das Gewicht erfährt unter Mithülfe einer passenden kräftigenden Diät eine Zunahme. Selbstverständlich ist nicht in allen Fällen dieser günstige Erfolg zu konstatiren, wir müssen aber bei diesem mörderischen Lungenleiden froh sein, wenn wir ein Mittel besitzen, das nur einigermaassen einen günstigen Einfluss zeigt. Wo die betreffenden Processe freilich schon mit Erweichungen der Exsudate verbunden sind, da ist das pneumatische Kabinett nur noch ein rein symptomatisches Mittel, während es bei den Anfangsstadien zu einem radikalen werden kann. Kleinere Erweichungsherde, selbst mit gering fieberhaftem Allgemeinbefinden aber noch gutem Ernährungszustand, sind keine Kontraindikation, wohl aber ist das pneumatische Kabinett entschieden dort nicht anzuwenden, wo eine phthisische Lungenerkrankung, gleichviel in welchem Stadium, mit mehr oder weniger hohem Fieber verbunden ist. Ebenso ist das pneumatische Kabinett kontraindicirt bei grösseren Erweichungsherden (grösseren Kavernen) aus Gründen, die hier auf dem schädlichen Einfluss des Druckes beruhen.

Ganz abgesehen aber von dem Stadium der Krankheit, dem Fieber, so ist der erhöhte Druck auch kontraindicirt bei sehr schwachen und heruntergekommenen Individuen. Hämoptöe mässigen Grades bei chronischen fieberlosen

Processen soll keine Kontraindikation sein, die Blutung soll sogar beschränkt werden.

Für die Kurdauer lässt sich bei der Lungenphthise keine bestimmte Grenze aufstellen. Gerade bei dieser Krankheit ist der einzelne Fall maassgebend. Mit wenigen Sitzungen kann aber nie etwas Wesentliches erreicht werden. Die phthisischen Erkrankungen, welche für die Anwendung des pneumatischen Kabinettes indicirt sind, bedürfen einer anhaltenden Kur und die Beendigung und die Fortsetzung derselben hängt lediglich von den Resultaten am Spirometer, Pneumatometer und der physikalischen Untersuchung der Brust ab.

5) Pleuritische Exsudate.

Frische pleuritische Exsudate sind hier nicht gemeint, sondern nur die Veränderungen in der Thoraxform und die Kompressivzustände der Lunge als Folge von pleuritischen Exsudaten. Das pneumatische Kabinett bildet für derartige Ueberbleibsel pleuritischer Exsudate ein recht kräftiges Be-seitigungsmittel, das auch ganz besonders recht günstig auf den Katarrh wirkt, der oft in den gedrückten Lungentheilen genährt wird. Eine genauere Auseinandersetzung des „Wie“ der Wirkung erscheint nach Allem, was früher schon über die Wirkungen im Allgemeinen gesagt und wie dieselben bei den speciellen Krankheiten erörtert sind, überflüssig. Ganz in gleicher Weise ist das pneumatische Kabinett als ein wirk-sames Mittel empfohlen gegen

6) Lungenatelektase Neugeborner und Er-wachsener.

7) Asphyxie Neugeborner.

Dieser Zustand wird wohl als Heilobjekt für das pneu-matische Kabinett erwähnt und er bildet jedenfalls auch ein solches, allein — die Ausführbarkeit bei Neugeborenen? Man sieht, dass diese Indikation nur theoretischen Spekulationen

entsprungen ist. Man könnte das Kabinett dagegen anwenden, aber es muss ein solches gleich neben der Wöchnerin stehen.

8) Anämie und Chlorose.

Besonders v. Liebig empfiehlt neuerdings wieder diese Krankheiten für das pneumatische Kabinett, das schon früher als Heilmittel für dieselben von vielen Seiten angewendet und empfohlen wurde. Die chemische Wirkung der komprimirten Luft ist es, die hier angezogen wird. Da nun aber auch unter vermindertem Luftdruck (Höhenklima) anämische Zustände eine unverkennbare Heilung erfahren, so möchte v. Liebig zwei Arten von Anämie unterscheiden; eine solche die in komprimirter und eine solche die in verdünnter Luft beseitigt wird. Ich und vielleicht auch meine Leser möchten vorläufig von dieser Eintheilung absehen.

9) Fettsucht.

Die vermehrte Sauerstoffaufnahme unter erhöhtem Luftdruck, wodurch der Verbrennungsprocess im Körper gefördert wird, die beobachtete, daraus abzuleitende Gewichtsabnahme und Verminderung des Fettes liessen das pneumatische Kabinett bei allgemeiner Fettsucht indicirt erscheinen. Jedenfalls ist daneben eine entsprechend eingeschränkte Diät nöthig, besonders nach den Beobachtungen von Simonoff.

Bei Fettsucht wendet man das pneumatische Kabinett längere Zeit an und verordnet auch eine längere als zweistündige Sitzungsdauer.

10) Keuchhusten

war schon längst als eine für die Behandlung mit dem pneumatischen Kabinett geeignete Krankheit befunden worden und v. Liebig meint, dass derselbe keiner Behandlung so schnell weiche, wie der Anwendung des erhöhten Luftdruckes. Die mechanische Wirkung ist hier die heilbringende. 14 Tage

bis 3 Wochen genügen bei täglich zweistündiger Sitzung nach dem Urtheil der Sachverständigen, hartnäckige Fälle zu beseitigen.

11) Hyperämien der Schleimhaut der Nase, der Mundhöhle, des Rachens, des Kehlkopfes, der Konjunktiva, der Eustachischen Röhre und der Auskleidung der Trommelhöhle, der Integumente des äusseren Gehörganges und des Trommelfelles, wie auch die Katarrhe genannter Organe wurden in das Bereich der pneumatischen Behandlung hineingezogen. Die Hyperämien und Katarrhe der Konjunktiva und des Gehörorganes sind für eine direkte lokale Behandlung jedenfalls geeigneter, wie auch die des Rachens und Kehlkopfes und der Nase bequemer und einfacher durch andere Methoden beseitigt werden.

Die Literatur führt noch als specielle Heilobjekte — es sei eben nur erwähnt — auf: akute und chronische Laryngitis, chronische Pharyngo-laryngitis, Schnupfen, Angina tonsillaris, Entzündungen des äusseren und inneren Ohres und der Tuba Eustachii etc. Bei letzteren Leiden empfiehlt man, um die Schädlichkeit eines gehinderten Luftausgleichs bei Verstopfung der Eustachischen Röhre mit Schleim etc. zu mindern, ein besonders langsames Ansteigen des Druckes. Die Wirkung der komprimirten Luft auf das Gehörorgan siehe früher unter den Wirkungen überhaupt. Ferner sei erwähnt, dass man die komprimirte Luft im Kabinett vermöge ihrer Druckwirkung als quasi styptisches Mittel empfohlen hat: bei kapillären Hämorrhagien, bei Hämoptöe, Meteorhagien, Nasenbluten, Hämophilie, Purpura rheumatica, Scorbut; als antihyperämisches Mittel: bei Erysipelen, Erythemen, Verbrennungen, Teleangiektasien, acne rosacea, bei Zahnschmerzen. Auch gegen Katarrhe der

Scheide und des Uterus, gegen Neuralgien, gegen Amenorrhöe und Dysmenorrhöe bei Anämie, gegen Gehirnhyperämie, bei Hallucinationen, Gedächtnisschwäche, Ohrensausen, Schwerhörigkeit, habituellen Schwindelanfällen, bei Hysterie, Spasmus glottidis, Hyperästhesien, Chorea, progressiver Muskelatrophie, bei Hemiplegie, Paraplegie, Diabetes mellitus, Leukämie, Gicht, chronischem Rheumatismus, Meteorismus etc. hat man das pneumatische Kabinett auf Grund der einen oder anderen Wirkung empfohlen. Pneumothorax und peritonitische Exsudate wurden gleichfalls in einigen Fällen mit erhöhtem Luftdruck behandelt. Bei Stenose des Larynx und der Trachea kann die verdichtete Luft unter Umständen oft den Lufthunger recht gut beseitigen und so eine andere radikale Behandlung unterstützen.

Nicht nur gegen alle möglichen inneren Krankheiten, die durch andere Methoden und Mittel leichter und bequemer gebessert oder beseitigt werden können, pries man das pneumatische Kabinett an, sondern auch gegen viele äussere, wie z. B. gegen Struma, Oedeme, tumor albus, Drüsenschwellungen (als resorbirendes Mittel), Coxarthroace, tuberkulöse Degeneration der Wirbelknochen, scrophulöse Caries, gegen Gangrän, grosse indolente Geschwüre, profus eiternde Wunden, Bruch-einklemmungen. Wir wollen diess nur eben erwähnt haben.

Neuerdings berichtet noch v. Liebig über einen Fall von Albuminurie nach Scharlach bei einem Kinde, wo er das pneumatische Kabinett mit einem bedeutenden Erfolg anwendete. Dieselbe wurde geheilt, nachdem sie 5 Monate allen anderen Behandlungsweisen getrotzt hatte. Nach v. Liebig wurde durch die vermehrte Sauerstoffzufuhr im Kabinett die unvollständig vor sich gehende Verbrennung des Albumins gehoben.

Zur Verbesserung des Blutes, der Ernährung, zur Hebung

des Stoffwechsels hat man auch den erhöhten Druck bei Skrophulose und Rhachitis empfohlen.

Bei Herzkrankheiten war man immer vorsichtig mit Anwendung des erhöhten Luftdruckes, da letzterer, wie wir sahen, die Herzaktion im Allgemeinen erschwert. Die meisten Stimmen wenden sich gegen Anwendung des Kabinettes bei organischen Herzkrankheiten. v. Liebig sah bei Herzleiden geringen Grades, von Fehlern der rechten Herzhälfte ausgehend, günstige Wirkungen auf das Allgemeinbefinden. Bei Krankheiten der linken Herzhälfte und bei Herzleiden höheren Grades widerräth auch er die Anwendung des erhöhten Druckes. Herzleiden in Folge der Cirkulationsstörungen durch Lungenemphysem und durch Lungen- resp. Bronchialkatarrhe erfahren nach G. Lange mit der Besserung dieser primären Leiden ebenfalls Erleichterung.

v. Liebig berichtet in der allerneuesten Zeit über einen Fall von Aneurysma aortae, wo die Anwendung der komprimirten Luft der pneumatischen Kammer eine Neuralgie des linken Armes in Folge des Druckes durch das Aneurysma beseitigte. Die Erweiterung des Thorax machte nach v. Liebig Stellen, welche vorher durch das Aneurysma gedrückt waren, frei.

Das pneumatische Kabinett mit Ausathmungsrichtungen in ein dünneres Medium.

G. Lange in Ems deutete im Jahre 1874 Vorrichtungen am pneumatischen Apparat an, welche Expirationen aus dem Kabinett heraus in die atmosphärische Luft ermöglichen und Dr. Josephson bemerkt dazu in seiner Broschüre (Ueber Prof. Dr. Waldenburg's Vergleichung der pneumatischen Kabinette mit dem transportablen pneumatischen Apparat. Hamburg

1875. S. 7), dass er seit Jahren schon diese Einrichtung getroffen habe.

Diese Einrichtung besteht darin, dass die eiserne Wand der pneumatischen Kabinette an irgend einer Stelle der Sitzhöhe der Kranken durchbohrt und dass an dieser Stelle ein Gummirohr eingefügt ist, durch welches vom Innern des Kabinettes heraus der Kranke nach Aussen in die atmosphärische Luft ausathmen kann. Das Rohr hat an dem Theile, welches innerhalb des Kabinettes sich befindet, ein Mundstück oder eine Mund- resp. Mundnasenmaske. Der im Kabinett befindliche Theil des Ausathmungsrohres ist so lang, dass der sitzende Kranke das Mundstück bequem anlegen kann. In Meran ist neuerdings diese Ausathmungsvorrichtung nachgeahmt und ausserdem die Möglichkeit durch ein zweites Rohr geboten, in eine noch dünnere Luft auszuathmen, als es die atmosphärische Luft der komprimirten Apparatluft gegenüber ist.

Letztere Vorrichtung geschieht nach Angabe des Dr. Pircher. Das Rohr mündet in einen sich selbst regulirenden Kastengasometer, in welchem durch die Dampfmaschine die Luft verdünnt und wo diese Verdünnung nach Maassgabe des gewünschten negativen Druckes weiter regulirt wird (siehe später unter „Meraner Apparat“). In Reichenhall ist die Einrichtung für Ausathmungen in atmosphärische und noch ferner verdünnte Luft aus dem pneumatischen Kabinett heraus gleichfalls getroffen worden.

Eine Ausathmung aus dem erhöhten Druck im Kabinett heraus in die atmosphärische Luft gleicht einer Ausathmung in verdünnte Luft; denn die atmosphärische Luft ist im Vergleich zu der im Kabinett verdichteten Luft ein dünneres Medium. Und zwar ist der Grad der Verdünnung gleich dem erhöhten Druck im Kabinett, d. h. wenn der Kranke im

Kabinett unter einem positiven Druck von $\frac{1}{5}$ Atmosphäre sitzt und in atmosphärische Luft ausathmet, so athmet er in ein um $\frac{1}{5}$ Atmosphäre dünneres Medium aus. Ist nun die Verdünnung der Luft ausserhalb des Kabinettes in jenem oben erwähnten Apparat noch gesteigert, so kommt zu dem Druck im Kabinett noch der Grad der Verdünnung im Verdünnungsapparat. Ist dieser z. B. $\frac{1}{80}$ Atmosphäre und der Ueberdruck im Kabinett $\frac{1}{5}$ Atmosphäre, so beträgt der negative Dichtigkeitsgrad der Luft, in welche ausgeathmet wird, $\frac{1}{5} + \frac{1}{80} = \frac{17}{80}$ Atmosphäre, d. h. die Luft hat eine Verdünnung von $\frac{17}{80}$ Atmosphäre.

G. Lange in Ems empfiehlt diese Methode der Ausathmung aus dem pneumatischen Kabinett heraus in die atmosphärische Luft, um den transportablen Respirationsapparaten eine Konkurrenz zu bieten. Pircher verwendete sie bei Emphysem und Asthma und giebt an, schon viele Fälle mit günstigem Erfolge behandelt zu haben.

Man glaubt, dass durch die hier fragliche Kombination die Lungen noch mehr ausgepumpt und retrahirt werden, dass überhaupt die Wirkungen des allgemein erhöhten Druckes im Kabinett und der Ausathmungen in verdünnte Luft in zweckentsprechender Weise verbunden seien.

Dass durch die beliebige Einschaltung einer Ausathmung aus dem luftverdichteten Raume heraus in ein dünneres Medium die Wirkungen des allgemein erhöhten Luftdruckes auf den menschlichen Organismus (besonders auf die Lungen) abgeändert, ganz bedeutend unterbrochen werden, kann von Niemandem bestritten werden. Die Lungen werden schnell und plötzlich nach Willkühr des Kranken oder Anordnung des Arztes retrahirt und mehr oder weniger entleert, um nach der Ausathmung wieder in die frühere Stellung beim erhöhten

Luftdruck im Kabinett zurückzukehren. Was meiner früher entwickelten Theorie (Seite 59—65) nach der absteigende Druck im Kabinett langsam und zart bewirkt, wird durch die eingeschaltete Ausathmung nach Aussen viel gröber und schneller bewerkstelligt. Meiner Ansicht nach hat man gar nicht nöthig, während des Aufenthaltes im Kabinett Ausathmungen in dünnere Luft vornehmen zu lassen, denn wir haben, wie eben angedeutet, schon im absteigenden Druck ein die Retraktion und die Ausathmung beförderndes Mittel (siehe Seite 63).

Es sind aber andere Bedenken dieser Methode gegenübergestellt worden, und zwar hat Waldenburg behauptet, dass die Druckdifferenz schon bei Ausathmung in die atmosphärische Luft für den unter dem üblichen Druck ($\frac{1}{5}$ — $\frac{3}{7}$ Atmosphäre) im Kabinett Sitzenden so bedeutend sei, dass sie ohne Gefährdung für den Organismus nicht ausgehalten werde, und dass man, um diesen Gefahren zu entgehen, genöthigt sei, den Druck im Kabinett so herabzusetzen, dass die Druckdifferenz nicht mehr betrage, als der Grad der Verdünnung der Luft bei Anwendung der transportablen Respirationsapparate ausmache. Das pneumatische Kabinett würde dann kein stärker verdünntes Ausathmungsmedium gewähren als jene Apparate ($\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{20}$ Atmosphäre) und demzufolge für diese Zwecke überflüssig sein.

Sowohl J. Josephson als auch J. Pircher behaupten Waldenburg gegenüber, dass man die Ausathmung ihren Erfahrungen nach ganz gut bei einem Drucke im Kabinett von $\frac{1}{5}$ — $\frac{3}{7}$ Atmosphäre vornehmen lassen könne, ohne irgend wie unangenehme Symptome hervorzurufen. Belege über Vergrößerung der Lungenkapazität, Vermehrung der aus-

geathmeten Luft etc. gegenüber der durch Expiration in verdünnte Luft der transportablen Apparate bewirkten werden nicht gebracht. Ich selbst habe jene Methode bei Kranken noch nie angeordnet, habe dieselbe aber an mir selbst geprüft. Ich habe mich einem Drucke von $+ \frac{2}{10} - \frac{5}{10}$ Atmosphäre ausgesetzt und während der Sitzung fast aller zwei Athemzüge von der Zeit an, wo der $+$ Druck 0,2 Atmosphäre war, expirirt (in die atmosphärische Luft). Ich habe gefunden, dass man wohl recht gut aus dem Kabinett heraus ausathmen kann, dass aber plötzlich ein Moment eintritt, wo die Glottis sich schliesst und die tiefe Ausathmung abschneidet. Der Kehlkopf bildet einen Schutz vor den Gefahren der tiefen Ausathmung in so hochgradig dünne Luft dadurch, dass, wie schon Störk bei anderen Gelegenheiten (bei Einathmung zu hochgradig komprimirter Luft) vermuthet, die Stimmbänder sich verengen und die Ausathmung nur mangelhaft geschehen lassen. Man bemerkt in Folge der Druckdifferenz zwischen der dichteren Lungenluft und der dünneren Luft ausserhalb des Apparates nach Verengerung der Stimmbänder, wenn man die Ausathmung weiter forciren will, ein kräftiges, erschütterndes Flottiren, als Folge der Ueberwältigung des Stimmbandabschlusses durch die heftigen Ausgleichsbestreben der verschieden dichten Luft. Ich war nach meinen Versuchen am Ende der Sitzung in Folge dieser Erschütterungen der Stimmbänder etwas heiser und hatte mehrere Stunden ein Gefühl von Wundsein im Kehlkopf. Ausserdem habe ich noch die Lungenkapazität vor dem Beginn der Ausathmung in die atmosphärische Luft und nach derselben innerhalb des Kabinettes gemessen, indem ich ein äquilibrirtes Spirometer mit in das Kabinett nahm. Meine Lungenkapazität blieb bei einem Ueberdruck von $\frac{2}{10}$ Atmosphäre unverändert 4000

Kubikcentimet., bei einem Ueberdruck von $\frac{5}{10}$ Atmosphäre unverändert 3500 Kubikcentimeter.

Das Resultat meiner Prüfung ist sonach: 1) dass eine Expiration in die atmosphärische Luft aus dem Kabinett, in welchem die Luft um 0,2—0,5 Atmosphäre verdichtet ist, heraus nicht tief und ergiebig geschieht, und dass der Druckgrad nicht voll zur Wirkung kommt, weil der Kehlkopf in der oben angegebenen Weise unwillkürlich dagegen arbeitet; 2) dass die Lungenkapazität durch diese Ausathmungen keine momentane Vergrößerung erfährt.

Es ist ganz zweifellos, dass die Kranken, welchen jene Ausathmungen angeordnet wurden, nur ganz kurz und oberflächlich expirirten, nicht tief, wie es an den transportablen Apparaten vorgeschrieben und möglich ist. Einige Minuten vor Beendigung der Sitzung, wo also der Druck im Kabinett nur sehr gering war, konnte ich, was noch bemerkt sei, tief und ergiebig ausathmen.

Der Werth der ganzen Methode wird also, ganz abgesehen von meiner Ansicht, dass diese Ausathmung überflüssig ist, bedeutend in Rücksicht auf die Absichten der Erfinder herabgesetzt. Dass man günstige Erfolge bei Emphysem und Asthma verzeichnet, wiegt nicht, denn diese lassen sich durch die Wirkungen des allgemein erhöhten Luftdruckes überhaupt erklären und wurden auch schon mit genügender Statistik ohne Herbeiziehung jener fraglichen Methode belegt.

Verdünnte Luft im pneumatischen Kabinett.

Künstlich verdünnte Luft wurde schon von Henshaw im „Domicilium“ verwendet; Tabarié und Junod machten

später Versuche mit derselben im pneumatischen Kabinett (siehe geschichtlichen Theil), besonderen Eingang als Heilmittel hat sie sich jedoch nicht verschafft, und das pneumatische Kabinett blieb bis auf die neueste Zeit nur zum Gebrauch für verdichtete Luft. Der Grund dazu liegt offenbar darin, dass die Natur genug hochgelegene Orte mit niedrigem Luftdruck bietet und dass mit diesen die künstliche Luftverdünnung in ihren Wirkungen nicht konkurriren kann. Denn einestheils fehlen der künstlich verdünnten Luft viele andere Faktoren, welche an natürlich hochgelegenen Orten walten, anderentheils erlaubt das pneumatische Kabinett nur einen stundenlangen Aufenthalt, während die Höhenkurorte einen bleibenden Aufenthalt bieten.

Jourdannet und später v. Vivenot mit G. Lange (siehe Literatur) haben neuerdings die Wirkungen der künstlich verdünnten Luft untersucht. Die Resultate dieser Forscher stimmen überein und ergänzen sich.

Das physikalische Verhalten der Luft bei der künstlichen Verdünnung wurde bereits im betreffenden Abschnitt in Verbindung mit der komprimierten Luft besprochen.

v. Vivenot machte seine Beobachtungen bei einer Luftverdünnung von $\frac{3}{7}$ Atmosphärendruck, was einer Erhebung über dem Meeresspiegel von 14000' ungefähr gleicht (Mont blanc). Derselbe fand, dass die Lungenkapazität eine ziemlich bedeutende Abnahme erfährt. Bei zwei Personen verminderte dieselbe sich von 3942 und 4237 Kubikcentimet. bis auf 3448 und 3843 Kubikcentimet., sank sonach um 494 resp. 394 Kubikcentimeter. Aus dieser Verminderung der Lungenkapazität ist eine Verkleinerung der Lungenoberfläche abzuleiten, welche man auf eine Expansion der Darmgase und ein daraus folgendes Aufwärtsgedrängtwerden des Zwerchfelles zurückzuführen beliebt.

III
III III III
III III III
J III III III

Die Athemzüge wurden anfangs seicht und frequenter, aber machten bald vollen und tiefen Zügen Platz. Die Inspiration geschah mit einem grösseren Kraftaufwand, während die Expiration leichter von Statten ging. Das Bedürfniss nach Luft machte sich automatisch durch forcirte tiefere Athemzüge geltend.

Hinsichtlich des Einflusses des verminderten Druckes auf den Chemismus der Athmung fand Jourdanet, dass die Kohlensäureausscheidung und die Sauerstoffaufnahme sich verminderte, während G. v. Liebig auf Grund seiner Ergebnisse unter erhöhtem Druck eine Zunahme der Kohlensäureausscheidung und wohl auch mit Recht vermuthet. Die Sauerstoffaufnahme ist nach ihm geringer und der Luftwechsel überhaupt gesteigert. Jourdanet hält den verminderten Luftdruck für schwächend wie einen Aderlass.

Ueber den vermehrten Eiweisszerfall im Thierkörper bei verminderter Sauerstoffzufuhr stellte, wie Seite 46 bereits erwähnt, A. Fränkel Versuche an. Da wir jedoch für den Höhengaufenthalt einen vollständigen Ausgleich im thierischen Organismus annehmen, haben diese experimentellen Resultate keinen Einfluss auf unser Thema. Fränkel's Beobachtungen stammen ausserdem von stärkerer Sauerstoffverminderung als wie sie ein üblicher Höhengaufenthalt oder ein Aufenthalt im künstlichen luftverdünnten Raume mit sich bringt.

Ferner wurde unter niedrigerem Luftdruck im Kabinett der Puls frequenter (um 13,3 Schläge in der Minute im Mittel) und grösser, es traten Gefühl erhöhter Körperwärme, Röthung der Augenbindehaut, Gefühl von Brennen in den Augen, Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel, erschwertes Denken, neuralgische Schmerzen in der Stirn, dem Nacken

und den Zähnen ein, die peripher gelegenen Theile wurden blutreicher.

Das sind die Symptome, welche von v. Vivenot bei Luftverdünnung von $\frac{3}{7}$ Druck im Apparat beobachtete; sie sind im Allgemeinen die umgekehrten, wie die unter erhöhtem Druck im pneumatischen Apparat beobachteten.

Bei noch geringerem Luftdruck, dessen Wirkungen wir nur aus den Berichten berühmter Luftschiffer kennen, wurden die gleichen Erscheinungen beobachtet, wie beim zu schnellen Uebergang vom erhöhten Druck (um mehrere Atmosphären) zum normalen: starke venöse Stauungen mit cyanotischen Erscheinungen, erschwerte Respiration, Lähmungserscheinungen vom Gehirn und Rückenmark, Blutungen. Die Blutungen unter anhaltendem zu niedrigem Druck sind sicherlich auf eine Verminderung der Dichtigkeit der Gewebe zu beziehen.

Die Erscheinungen unter vermindertem Luftdruck im Apparat resultiren aus der mechanischen Wirkung der dünneren Luft, ganz in gleicher Weise wie die Erscheinungen im luftverdichteten Raume des Kabinettes; es sind Wirkungen des Druckausgleichs. Da man aber diese Luftverdünnung im Apparat nicht benutzt, sondern den Höhenaufenthalt vorzieht, so gestalten sich die Erscheinungen in der Wirkung desselben insofern anders, als der Höhenaufenthalt einer auf lange Zeit ausgedehnten Sitzung in dünnerer Luft unter gleichzeitigem Einfluss der übrigen atmosphärischen Einwirkungen gleicht. Es kann deshalb einestheils der erhöhte Druck im Kabinett einem Aufenthalt in einer Höhe nicht gegenübergestellt und nicht, wie Manche es gethan, mit ihm gar zusammengeworfen werden, anderentheils die künstliche Verdünnung der Luft im Apparat nicht mit einem Höhen-

aufenthalt überhaupt verglichen werden. Im Apparat sind eben, weil der Aufenthalt nur 2 Stunden dauert, nur Druckausgleichswirkungen, welche bei andauerndem Aufenthalt, wie in den Höhen, nach dem Ausgleich aufhören, so dass die Funktionirung der Organe wie unter normalem Druck wieder vor sich geht. Es äussert der verminderte Druck in den gleich zu erwähnenden Höhen gar keine Wirkung mehr.

Das Minus des Druckes in den zum Kuraufenthalt vorgeschlagenen Höhen ist an und für sich so gering, dass der Organismus sich mit Leichtigkeit bald (nach Tagen) ihm akkomodirt. Die Erhebung der gebräuchlichen Höhenkurorte beträgt ca. 550—1900 Meter (ca. 1500—5500') über dem Meeresspiegel, was einer Verminderung des normalen Luftdruckes (758,00 Millimet.) um ca. 50—150 Millimet. gleich kommt, einem ungefähren Minusdruck von $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{5}$ Atmosphäre ungefähr entspricht. Diese Druckverminderung, das wird wol kaum Jemand bestreiten wollen, gleicht sicherlich der Organismus bei fortgesetztem Aufenthalt unter derselben aus, ohne dass wesentliche Veränderungen in ihm vorzugehen nothwendig wären. Dasselbe würde auch von einem Aufenthalt in erhöhtem Luftdruck gelten, wenn er ein bleibender unter den im Kabinett üblichen Druckhöhen ($\frac{1}{5}$ — $\frac{3}{7}$ Atmosphäre) sein könnte.

Eigentlich gehört die Erörterung über die Wirkung des Höhengaufenthaltes nicht in diese Arbeit. Der enge Zusammenhang beider Gegenstände: des natürlich niederen und künstlich verminderten Luftdruckes, entschuldigt uns dafür, dass wir in Kürze, wenn auch nur summarisch kritisch, darauf eingehen.

Der verminderte Luftdruck oder die dünnere Luft ist es also keineswegs, welche der wirksame Faktor bei Höhengaufenthalt ist. Gleichwohl hat man alle günstigen Er-

scheinungen, welche man beim Menschen — gesunden und kranken — nach Versetzung in höhere Orte bemerkt hat, auf den verminderten Druck bezogen. In den ersten Tagen nach dem Uebergang von der Ebene zur Höhe sind zunächst dieselben Erscheinungen bemerkt worden, die man im luftverdünnten Raume des Kabinettes bemerkte. Sie schwinden bald. Die günstigen Wirkungen, welche man aber nach längerem Aufenthalt an Höhen auf die Blutbildung, Ernährung, allgemeine Kräftezunahme, auf die Gehirnfunktionen (Lebhaftigkeit des Geistes) etc. beobachtet hat, sind keineswegs von der dünneren Luft daselbst abhängig. Die mechanischen Wirkungen auf die Respiration: Retraktion der Lungen, Kräftigung der Inspirationsmuskeln dadurch, dass die Bemühung eintritt, der Retraktion entgegenzuarbeiten, um die für Unterhaltung des Stoffwechsels genügende Menge Luft zu erhalten, existiren nur für die Zeit des Ueberganges; nach der Ausgleichung des (geringen) Druckes im ganzen Körper hören sie auf.

Ueber die chemische Wirkung des verminderten Luftdruckes auf den Organismus wissen wir sehr wenig. Was wir wissen, wurde schon angeführt.

Mit den Wirkungen eines Höhengaufenthaltes werden meist auch die zusammengeworfen, welche auf das Bergsteigen lediglich zu beziehen sind. Die Wirkungen des Bergsteigens, welche für Gesunde und dazu passende Kranke mit nützlichen und heilbringenden Folgen verbunden sind, müssen jedoch von dem Einfluss des Höhengaufenthaltes an sich geschieden werden, da sie mit der Höhe selbst nichts zu thun haben und da allenthalben Steigen geübt werden kann.

Neben der physikalischen Wirkung des verminderten Luftdruckes hat man eine Immunität gegen Phthise in den Höhen (von 500—1900 Meter je nach der geographischen

Lage) noch zu finden geglaubt. Diese Immunitätslehre ist aber so ziemlich wieder beseitigt. Wollte man die grossen Städte mit der Lebensweise ihrer Bewohner in die immunen Höhen setzen, die Stubenhockerei, die Arbeits- und Beschäftigungsart der Stadtbewohner in die Berge verpflanzen, die Phthise und andere Krankheiten würden bald auch dort blühen.

Als wirksamer Faktor der Höhen bleibt demnach nur noch die reine, staubfreie Luft. Und diesen können wir nur allein als den wichtigsten Faktor des Höhengaufenthaltes bei Gesunden und besonders Lungenkranken anerkennen. Ob der Ort relativ hoch liegt, d. h. welche Erhebung er über der ihn umgebenden Ebene oder Thalsohle hat; ob er absolut hoch liegt, d. h. mehr oder weniger über dem Meeresspiegel, ist gleich; die Hauptsache bleibt, dass er über dem Dunstkreis seiner verunreinigte Luft führenden Umgebung liegt.

Neben der Reinheit spielt bei der Luft höher gelegener Orte noch zweifellos die Bewegtheit und die mit derselben zusammenhängende und von ihr lediglich abhängige Trockenheit eine hochzuschätzende Rolle. Insolation, Elektrizitätsspannungen, Ozongehalt (der in den Höhen übrigens gar nicht so bedeutend ist) sind unseres Erachtens Momente von demselben Werthe wie an jedem anderen niedriger gelegenen Ort.

Reinheit, Bewegtheit und Trockenheit der Luft finden sich nur an mehr oder weniger frei- und höhergelegenen Orten und wir müssen deshalb unter allen Umständen die in engen Thaleinschnitten hochgelegenen Orte zum Kuraufenthalt deshalb verwerfen, weil dort wieder jene obigen Eigenschaften in hohem Grade abgeschwächt werden und zum Theil verloren gehen, indem sich bekanntlich nach den tiefergelegenen Orten allenthalben die fremd-

artigen Bestandtheile der Luft und die Feuchtigkeit nach dem Gesetz der Schwere senken.

Da wir aber keine Klimatologie oder vielmehr Klimotherapie schreiben, so sind wir genöthigt, von diesem Thema abubrechen, bemerken aber, dass unser Urtheil auf den Wahrnehmungen aus längeren und kürzeren Sommeraufenthalten im Mittel- und Hochgebirge wie aus zahlreichen Hochgebirgswanderungen beruht.

Die transportablen pneumatischen Respirationsapparate

zur (lokalen) mechanischen Behandlung der Respirations- und
Cirkulationskrankheiten.

nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem
 nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem
 nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem
 nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem
 nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem
 nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem
 nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem
 nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem
 nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Feuchtigkeit nach dem

Die

Respirationsapparate transportablen pneumatischen

zur (lokalen) mechanischen Behandlung der Respiration - und
 Circulationskrankheiten.

Die transportablen pneumatischen Respirationsapparate dienen dazu, die Luft zu komprimiren oder zu verdünnen, damit dieselbe zur Einathmung oder Ausathmung verwendet werden kann.

Geschichte.

Die lokale Anwendung des veränderten Luftdruckes überhaupt ist, wenn man von den Schröpfköpfen absieht, ziemlich neu. Junod und Tabarié machten zuerst darauf bezügliche Experimente 1830—40, indem sie den Körper in verdichtete oder verdünnte Luft einschlossen, den Kopf aber zur Athmung frei liessen. Wir haben schon darüber im geschichtlichen Theil des pneumatischen Kabinettes gesprochen. Diese lokale Anwendung blieb aber unbeachtet und 1864 war es Dr. Josephson in Altona, welcher die komprimirte Luft wieder von Neuem und in ganz anderer Weise vorschlug, lokal anzuwenden. Derselbe leitete aus dem luftverdichteten Raume des pneumatischen Kabinettes durch Schläuche die verdichtete Luft ab und liess sie auf verschiedene Körpertheile einwirken. Josephson empfiehlt die Anwendung der komprimirten Luft durch diese Schläuche bei Verengerungen im

Darmkanal, Intususceptionen, bei Volvulus, inneren Einklemmungen, indem er vorschlägt, einen Schlauch in's Rektum einzuführen und die komprimierte Luft längere Zeit in den Darmkanal einströmen zu lassen; er empfiehlt die komprimierte Luft ferner als Luftdouche bei blutenden Wunden, gegen Hämorrhagien aus Nase, Mund und Gebärmutter und erklärt die blutstillende Wirkung dadurch, dass der Luftstrom die Gerinnung des Blutfaserstoffes befördert und eine raschere Vertrocknung des ausgeschiedenen Blutserums bewirkt. Auch diese Vorschläge blieben unbeachtet und in der allerneuesten Zeit erst kommt Waldenburg auf die Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft nach dieser Richtung hin wieder zurück. An die lokale Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft auf die Lungen zur Athmung dachte man ganz eigenthümlicher Weise nie, bis 1870 Dr. J. Hauke in Wien auf die Idee kam, mittelst eines von ihm konstruirten Apparates die Expiration dadurch bei Emphysem zu befördern, dass er dieselbe in einem luftverdünnten Raum geschehen liess. Sein Apparat war selbstverständlich als der erste etwas mangelhaft, trotzdem aber ermunterte die Rationalität dieses Verfahrens zu vielen Versuchen und Verbesserungen. Zunächst war es Dr. Mader, welcher die ersten kasuistischen Mittheilungen über die günstige Wirkung bei Emphysem machte, und nach ihm tauchen einzelne weitere Arbeiten von Dr. Rohden, den englischen Aerzten J. B. Berkart und H. Dobell auf.

Letztere Beiden konstruirten 1871 und 1872 neue Apparate, die wir später kennen lernen werden.

Während in verschiedenen ärztlichen Vereinen, besonders in denjenigen zu Wien, von mehreren Seiten günstige Resultate über die Anwendung des Hauke'schen Apparates gemeldet

wurden, fuhr Hauke selbst fort, die Anwendung desselben zu erweitern, indem er die Luft darin komprimirte und diese komprimirte Luft zur Einathmung bei Croup, bei phthisischem Habitus und schwacher Brust, bei Lungenspitzenkatarrhen vorschlug.

In Petersburg regte die Anwendung der komprimirten und verdünnten Luft zu Disputationen in dem medicinischen Vereine (1872) an und Simonoff, Lewess u. A. nahmen dabei wesentlichen Antheil. Lewess giebt an, schon vor Hauke die Luft in ähnlicher Weise verwendet zu haben.

Auch L. Waldenburg hatte schon längere Zeit den Hauke'schen Apparat bei Emphysematikern und bei Phthisikern angewendet und günstige Erfolge erzielt. Wie aber bei allen Dingen, so zeigten sich auch hier bei der Anwendung des Apparates Mängel und Waldenburg sann auf die Abänderung derselben. Der Hauke'sche Apparat liess keine strenge Dosirung des Druckes zu, bot keine konstantbleibende Druckwirkung und gewährte auch zu niedrige Druckgrade. Diese Mängel beseitigte L. Waldenburg durch Konstruktion eines neuen und zwar seines „transportablen pneumatischen Apparates“ (1873), den er noch weiter bis auf die neueste Zeit zu vervollkommen bestrebt war. Gleichzeitig stellte er Untersuchungen über die mechanische Wirkung des Apparates auf Respiration und Cirkulation an und brachte die therapeutische Verwendung der Apparate auf festere Basis. Nach ihm sind es v. Cube, Schnitzler und Tobold (1874), welche Apparate konstruirten, die jedoch wesentlich von dem Waldenburg'schen nicht abweichen. v. Cube's Apparat ist ein Doppelapparat, welcher den abwechselnden Gebrauch komprimirter und verdünnter Luft gestattet. In diese Zeit fällt auch die Ausbildung der Idee, die schon Hauke verfolgte, die Luft der Apparate zu erwärmen und mit flüchtigen medikamentösen Stoffen zu verbinden.

Es entstehen nun im Jahre 1874 eine Menge verschie-

dener Apparate, welche beredtes Zeugniß für die Nützlichkeit dieser pneumatischen Methode geben. So gab Karl Störk seinen auf neuen Principien gebauten Schaukelkessel an. Der junge Doktorand Fr. Geyer verband zwei Hauke'sche Apparate zur Verwendung der komprimirten und verdichteten Luft. Ph. Biedert baute seinen allen Anforderungen für den praktischen Arzt entsprechenden „Rotationsapparat“ mit kontinuierlicher Wirkung nach neuen Principien. B. Fränkel, von der Idee der Billigkeit ausgehend, um auch für den Aermeren das Mittel zugänglich zu machen, erfand seine auf denselben Principien wie der vorige beruhenden beiden billigen pneumatischen Apparate, von welchen der letztere jedoch auf das Jahr 1875 kommt. Andreas Högyes schlug das Bunsen'sche Wassertrommelgebläse zur Benutzung der Herstellung komprimirter und verdünnter Luft für Krankenhäuser vor, ohne jedoch bestimmtere Angaben zu machen. Treutler lieferte einen Apparat mit Doppelwirkung, der auf die gleichen Principien wie der Störk'sche Kessel gegründet ist. Weil fügte (1875) zwei Waldenburg'sche Apparate aneinander und Joh. Schnitzler, G. Lange und Geigel konstruirten ganz neuerdings (1876) ihre mehr oder weniger auf neuen Principien beruhenden Apparate.

Wissenschaftliche Untersuchungen wurden ebenfalls ausser, wie erwähnt, 1873 von Waldenburg im Jahr 1874 über die mechanische Wirkung der Apparate auf Respiration und Circulation gemacht von J. Schnitzler, Dührssen, K. Störk, J. Sommerbrodt, und in dieselbe Zeit fallen einzelne praktische Vorschläge von v. Cube, welche die Anwendung der komprimirten Luft auf eine Lunge und dergleichen mehr betreffen. Domanski beschäftigt sich 1875 wieder mit der Kombination flüchtiger medikamentöser Stoffe mit der Einathmung komprimirter Luft. Hänisch beweist 1874 mit den Sphygmographen die therapeutischen Wirkungen der komprimirten und

verdünnten Luft auf die Cirkulation, Drosdoff und Botschetschkaroff, Ducrocq machen 1875 kymographische, Riegel und Frank 1876 sphygmographische Untersuchungen über die physiologische Wirkung der komprimirten Luft auf den arteriellen Blutdruck der Thiere bez. der Menschen und Ph. Biedert giebt 1875 und 1876 wesentliche neue Beiträge zur Wirkung der pneumatischen Heilmethode.

Diess ist die kurze geschichtliche Skizze über die transportablen pneumatischen Apparate und deren Wirkung und Anwendung. Auf die Arbeiten aller der genannten Autoren kommen wir an den betreffenden Stellen specieller zurück.

1875 erschien das erste grössere Werk über die pneumatische Therapie von L. Waldenburg mit vielen neuen Beiträgen. Ueber alle die Arbeiten der genannten Autoren wurde von mir bereits für die Schmidt'schen Jahrbücher von 1874 an berichtet, welche überhaupt die ersten Kollektivberichte über die Erscheinungen bezüglich dieses Theiles der pneumatischen Therapie brachten.

Literatur,

chronologisch geordnet.

J. Hauke, Ein Apparat für künstliche Respiration und dessen Anwendung zu Heilzwecken. Wien 1870. gr. 8. 29 S. 2 Holzschnitte. — Oesterr. Zeitschrift für praktische Heilkunde XVI. 19. 20. 1870.

Derselbe, Zur Behandlung des Lungenemphysems mittelst künstlicher Beförderung der Respiration. (Verhandlungen der Gesellschaft der Aerzte in Wien.) — Oesterr. Zeitschrift für praktische Heilkunde XVI. 33. 34. 1870.

J. B. Berkart, (zwei neue Athmungsapparate). Lancet II. 22. Nov. 1871.

Horace Dobell, Eine Residualluftpumpe. — Brit. med. Journ. 10. Febr. 1872.

J. Hauke, Nachtrag (zur erstgenannten Schrift). Wien 1872. gr. 8. 11 S. — Oesterr. Zeitschr. für prakt. Heilk. XVIII. 37. 1872.

Mader, Mittheilungen des ärztl. Vereins in Wien. — Oesterr. Zeitschr. für prakt. Heilk. XVIII. 37. 38. 1872.

J. Bradley, Ueber Anwendung der Luftverdünnungsapparate bei Entzündungen. — The Clinic II. 6. Febr. 1872.

Simonoff, Lewess u. A., Verhandlungen des Petersburger medic. Vereines. — Petersburger med. Zeitschr. N. F. III. 3. 1872.

J. Hauke, Ueber Verbesserung seines Apparates für künstliche Respiration. — Mittheilungen des ärztl. Vereins in Wien II. 8. p. 90. 1873. — Wien. med. Wochenschr. XXII. 17. 1873. — Wien. med. Presse XIV. 19. p. 246. 1873.

L. Rohden, Wien. med. Wochenschr. XXIII. 17. 18. 1873.

L. Waldenburg, Ein transportabler pneumatischer Apparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. — Berl. klin. Wochenschr. X. 39. 40. 1873. Nebst Abbildung.

L. Waldenburg, Ueber die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparates auf Herz und Blutcirculation. — Berl. klin. Wochenschr. X. 46. 47. 1873.

v. Cube, Ein pneumatischer Doppelapparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. — Berl. klin. Wochenschr. XI. 4. p. 41. 1874.

L. Waldenburg, Einige Bemerkungen zum transportablen pneumatischen Apparat. — Berl. klin. Wochenschr. XI. 4. p. 44. 1874.

v. Cube, Der pneumatische Doppelapparat und das kombinierte Verfahren bei der mechanischen Behandlung der Krankheiten der Respirationsorgane. — Wien. medic. Wochenschr. XXIV. 28. 29. 1874.

K. Störk, Ueber einen neuen Athmungsapparat. — Wien. med. Wochenschr. XXIV. 5. 20. 24. 39. 40. 1874.

B. Fränkel, Demonstration eines pneumatischen Apparates (Berl. med. Gesellsch.) — Berl. klin. Wochenschr. XI. 14. p. 169. 1874.

Friedr. Geyer, Ueber substantives Lungenemphysem. Inaugural-Dissertation. Jena 1874. 8. 20 S. Mit 1 Abbildung eines Doppelapparates.

Joh. Schnitzler, Dessen Apparat. Wien. med. Presse XV. 14. 15. 1874.

Derselbe, Ueber therapeutische Anwendung verdichteter und verdünnter Luft bei Lungen- und Herzkrankheiten. — Wien. med. Presse XV. 10. 19. 21. 23. 1874. — Mittheilungen des ärztlichen Vereins in Wien III. 5. 1874.

Andreas Högyes, Benutzung des Bunsen'schen Wassertrommelgebläses für Erzeugung verdichteter und verdünnter Luft. — Medic. Centralbl. XII. 11. 1874. — Pester med. Presse X. 12. 1874.

Ph. Biedert, Billiger pneumatischer Apparat mit gleichmässiger Wirkung und unbegrenzter Wirkungsdauer. — Berl. klin. Wochenschr. XI. 29. 1874.

Julius Sommerbrodt, Zur Behandlung des Bronchialkatarrhes mit komprimirter Luft. — Berl. klin. Wochenschr. XI. 20. 25. 1874.

Derselbe, Beiträge zur Würdigung des Waldenburg'schen Apparates. — Berl. klin. Wochenschr. XI. 31. 1874.

Treutler, Beschreibung und Abbildung seines Apparates. — Wien. med. Wochenschr. XXIV. 33. 1874.

B. Fränkel, Centralbl. für die med. Wissensch. Nr. 44. 1874.

J. A. M. T. Sannes, Anwendung verdichteter und verdünnter Luft. — Weekbl. voor Geneesk. 45. 1874.

Dührssen, Deutsche Klinik 16. 1874.

Hänisch, Deutsches Archiv für klinische Med. XIV. 5 u. 6. p. 445. 1874.

Tobold, Zur Lungengymnastik. — Deutsche Klinik 11. 1875.

B. Fränkel, Ein billiger pneumatischer Apparat. — Berl. klin. Wochenschr. XII. 19. 1875.

Joh. Schnitzler, Die pneumatische Behandlung der Lungen- und Herzkrankheiten. — Wiener Klinik. 1. Jahrg. 6. Heft. Juni 1875. Wien. Urban u. Schwarzenberg. 31 S.

Weil, Ueber eine Modifikation des Prof. Waldenburg'schen transportablen pneumatischen Apparates. — Allg. med. Centralzeitung XLIV. 19. 1875.

K. Störk, Mittheilungen über Asthma bronchiale und die mechanische Lungenbehandlung, nebst einem Anhang über den Hustenreiz. — Stuttgart 1875. F. Enke. 8. 102 S.

v. Cube, (Seitenlage bei Inspiration komprimirter Luft, um auf die kranke Lunge einzuwirken). — Berl. klin. Wochenschr. XII. 12. 1875.

Domanski, (Kombination der komprimirten Luft mit medikamentösen Stoffen). — Berl. klin. Wochenschr. XII. 1. 1875.

Drosdoff u. Botschetschkaroff, Die physiologische Wirkung der im Waldenburg'schen Apparat komprimirten Luft auf den arteriellen Blutdruck der Thiere. Vorläufige Mittheilung. — Centralbl. für die med. Wissenschaften. 1875. XIII. 5.

Karl Störk, „Operationsgeschichte einer Tracheotomirten“. (Sitzung der Wiener ärztlichen Gesellschaft vom 22. Jan. 1875.) — Med. chirurg. Rundschau 1875. Februarheft. und an anderen Orten.

L. Waldenburg, Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Cirkulationskrankheiten im Anschluss an die Pneumatometrie, Spirometrie und Brustmessung. Mit 30 Holzschnitten. Berlin 1875. Verlag von Aug. Hirschwald. 8. 470 S. 11 Mark.

Schivardi, la medicazione pneumatica egli apparecchi per la stessa del dottore Waldenburg: note. Milano 1875. 12 p. 8.

Drosdoff, Ueber die Wirkung der Einathmung von verdichteter und verdünnter Luft. — Centralbl. für die med. Wissensch. 1875. XIII. 45. 46.

H. Dobell, On winter cough, catarrh, bronchitis, emphysem, asthma. London 1875. Seite 169. u. flg.

Ph. Biedert, Nachträge zu dem pneumatischen Rotationsapparat. — Berl. klin. Wochenschr. XII. 50. 51. 1875.

Sieffermann, Einige Beobachtungen über pneumatische Therapie. — Gaz. méd. de Strassbourg. 1. Sept. 1875. — Klimatologie und Aërotherapie; ebenda, 1. Oct. 1875. S. 10.

F. Hänisch, Deutsche Klinik 13. 1875.

A. Adler, Die pneumatische Behandlung der Lungen- und Herzkrankheiten. — Pester med. chir. Presse XI. 46. 47. 1875.

Ducrocq, recherches expérimentales sur l'action physiologique de la respiration d'air comprimé. Paris 1875. Adrian Delahaye. 53 pp. 15 plat.

Ph. Biedert, Beiträge zur pneumatischen Methode. — Deutsches Archiv für klin. Med. 1876. XVII. S. 164.

Joh. Schnitzler, Ein neuer kontinuierlich wirkender Respirationsapparat. — Wien. med. Presse 1876. XVII. 8. 9.

Knauth, Berichte über die pneumatische Therapie und die transportablen pneumatischen Apparate in Schmidt's med. Jahrbüchern Bd. 163. H. 3. Seite 298. 1874; Bd. 165. H. 1. S. 70. 1875; Bd. 167. H. 1. Seite 74. 1875; Bd. 167. H. 3. Seite 299. 1875; Bd. 168. H. 11. Seite 191. 1875.

NB. Die neueste Literatur siehe am Schlusse des Werkes.

Allgemeine Vorbemerkungen über die transportablen pneumatischen Apparate und allgemeine Begriffe zur vorläufigen Orientirung.

Anwendungsbreite. — Die transportablen pneumatischen Apparate erlauben, wie wir bald in den nächstfolgenden Beschreibungen derselben sehen werden,

- 1) Inspiration komprimirter Luft.
- 2) Inspiration verdünnter Luft.
- 3) Expiration in verdünnte Luft.
- 4) Expiration in komprimirte Luft.

Von allen diesen vier Anwendungsarten ist nur die Einathmung komprimirter und die Ausathmung in verdünnte Luft

gebräuchlich, und in dieser Weise verwendete schon der Erfinder dieser ganzen Methode, J. Hauke, seinen Apparat. Die übrigen Athmungsarten hat L. Waldenburg vorgeschlagen. Die Inspirationen verdünnter Luft und die Expirationen in komprimirter Luft erfordern viel Kraftanstrengung.

Unterschied der transportablen pneumatischen Apparate und der pneumatischen Kabinette. — Vom pneumatischen Kabinett unterscheiden sich die pneumatischen transportablen Apparate sowohl durch ihre Wirkung, wie durch ihre leichte Transportfähigkeit, welche die Anwendung der letzteren zur Zeit fast Jedermann möglich macht. Während im pneumatischen Kabinett der ganze Körper dem erhöhten Druck ausgesetzt wird und die Druckdifferenz indirekt nur durch die von mir so genannten Ausgleichswirkungen auf eine lange Zeit ausgedehnt nacheinander auf Inspiration und Expiration subtil und sanft ihren Einfluss ausübt, so gestatten die transportablen Apparate die einseitig direkte Einwirkung auf jede Phase der Respiration allein, sowohl auf die Inspiration als auch auf die Expiration, und unterstützen jede dieser Athmungsphasen für sich. Die Wirkung der transportablen Apparate ist hauptsächlich nur eine mechanische, sowohl auf Respiration wie Cirkulation.

Die chemische Wirkung bei den transportablen Apparaten ist lediglich eine Folge der mechanischen. Dadurch, dass durch die Einathmung komprimirter Luft vorher unwegsam gewesene Lungenpartien wieder athmungsfähig werden, oder dadurch, dass nach einer kräftigen Ausathmung in verdünnte Luft in krankhaften expirationsinsuffizienten Lungen die Einathmung, welche direkt darauf folgt, tiefer, voller wird, bekommt der Körper mehr oder vielmehr die ihm unter normaler Athmung gebührende Menge Athemluft für

seinen Stoffwechsel wieder. G. v. Liebig meint sogar, dass darin nur der Schwerpunkt der Expiration in verdünnte Luft liege.

Waldenburg, Störk u. A., welche von ihrem Standpunkt aus dem pneumatischen Kabinett die mechanische Wirkung abzusprechen mehr oder weniger geneigt sind, gründen den Unterschied zwischen dem pneumatischen Kabinett und den transportablen pneumatischen Apparaten nur auf die Einseitigkeit der Wirkung dieser letzteren. Ich habe aber nachgewiesen, dass im Kabinett gleichfalls eine Einseitigkeit im Drucke vorhanden ist. Der wesentlichste Unterschied besteht in den vorher angegebenen Momenten. Das Kabinett wird aber immer im Nachtheil sein, weil es nicht transportabel ist, weil es grossen Kostenaufwand in seiner Herstellung und Unterhaltung macht, die Benutzung desselben also nicht so leicht möglich und auch kostspieliger ist. Bequemlichkeit, Leichtigkeit und Billigkeit bei Erreichung von Zielen und Zwecken sind im ganzen Leben unter allen Verhältnissen ausschlaggebende Faktoren und so auch hier. Diese wiegen nicht allein für Laien schwer, sondern auch für den Arzt, dem ausserdem weniger Gelegenheit zur Anstellung eigener Beobachtungen mit dem pneumatischen Kabinett als mit den transportablen Apparaten gegeben ist.

Druckgrade bei den transportablen Apparaten. — Die Druckgrade, welche die Apparate bieten, sind, wie wir bei der Beschreibung derselben genauer sehen werden, keine wesentlich hohen und bewegen sich zwischen $\pm \frac{1}{130}$ bis $\frac{1}{25}$ Atmosphäre. Aber selbst die relativ höheren Druckgrade der Apparate finden weder für die Kompression, noch für die Verdünnung therapeutische Verwendung und man wendet im Allgemeinen nur mittlere Druckgrade an, besonders für die Athmung komprimirter Luft, da höhere Kompressionen auf die Lungen und deren Gewebe schädlich wirken. Die gebräuchlichsten Kompressionen sind die bis $\frac{1}{60}$ Atmosphäre,

die gebräuchlichsten Verdünnungen die bis $\frac{1}{40}$ Atmosphäre. Auf diese Druckgrade bezieht sich auch der Inhalt der in späteren Abschnitten abgehandelten Themata. Die specielle Dosirung des Druckes bei den einzelnen Krankheiten ist im therapeutischen Theil enthalten.

Modifikationen in der Anwendungsart. — Man wendet die pneumatischen transportablen Apparate nicht allein in der Weise an, dass man einfach entweder komprimirte Luft einathmet oder in verdünnte ausathmet, sondern auch so, dass man die Einathmungen und Ausathmungen verbindet und entweder direkt nebeneinander geschehen lässt oder in Pausen auf einander verordnet. Man nennt das ganze Verfahren das kombinirte, und die erstere, alternirende Methode, die letztere wollen wir intermittirende nennen.

Eine fernere Modifikation ist die Vermischung der komprimirten Luft mit flüchtigen medikamentösen Stoffen und respirablen Gasen, und ausserdem giebt es noch Unterstützungsmittel für die partiellere Einwirkung der komprimirten Luft auf die Lungen. — Ueber alle diese Gegenstände ausführlicher in den besonderen Abschnitten.

Die verschiedenen transportablen pneumatischen Respirationsapparate.

Die transportablen pneumatischen Respirationsapparate gewähren eine verschiedene Anwendungsbreite. Die einen erlauben sowohl die Anwendung für komprimirte wie verdünnte Luft für sich allein und mehr oder weniger leicht in intermittirender Folge (die Apparate von J. Hauke, L. Waldenburg, Schnitzler, Tobold, Störk, Biedert, Fränkel, Treutler, G. Lange, Geigel); die an-

deren gewähren entweder nur Expirationen in verdünnte Luft resp. Inspirationen verdünnter Luft (die Apparate von Berkart, H. Dobell); wieder andere, die sogenannten Doppelapparate, erlauben die Anwendung komprimirter oder verdünnter Luft für sich allein, intermittirend und alternirend, und wirken ausserdem für die eine oder andere Luft kontinuierlich (die Doppelapparate von v. Cube, Weil, Geyer, Schnitzler).

Im Nachstehenden wollen wir die einzelnen Apparate nach ihrer Konstruktion, ihrer technischen Handhabung und ihren Leistungen kritisch betrachten.

Der J. Hauke'sche Apparat.

J. Hauke war, wie schon mehrfach erwähnt, der erste, welcher einen Apparat für die lokale mechanische Lungenbehandlung konstruirte. Zur Zeit ist dieser Apparat, welcher bis zu seiner letzten Form mehrere Entwicklungsstufen durchmachte, von anderen Apparaten verdrängt.

In seiner verbesserten Gestalt besteht der Hauke'sche Apparat (Fig. 3) aus einem cylindrischen Blechgefäß (A), welches durch eine nicht ganz bis auf den Boden reichende Scheidewand in zwei gleichweite, unten miteinander communicirende Abtheilungen gebracht ist. Die eine dieser Abtheilungen, der eigentliche Luftbehälter, ist etwas erhöht, oben geschlossen, trägt daselbst zwei Röhrchen (a und b), welche beide in den Luftbehälter führen und zur Aufnahme von Schläuchen dienen, von denen der eine (c) zum Blasebalg (B), der andere (e) zur Maske (C) führt.

Der Blasebalg, ebenfalls auf dem Deckel des Luftbehälters befestigt, gestattet in den Apparat beliebig viel Luft einzupumpen oder aus demselben herauszuziehen. In dem Röhrchen

a befindet sich nämlich ein Doppelventil, welches der Luftströmung bei der Handhabung des Blasebalgs eine bestimmte Richtung giebt, die aussen durch einen Pfeil ersichtlich gemacht ist. Je nachdem nun das Röhrchen a mit seinem

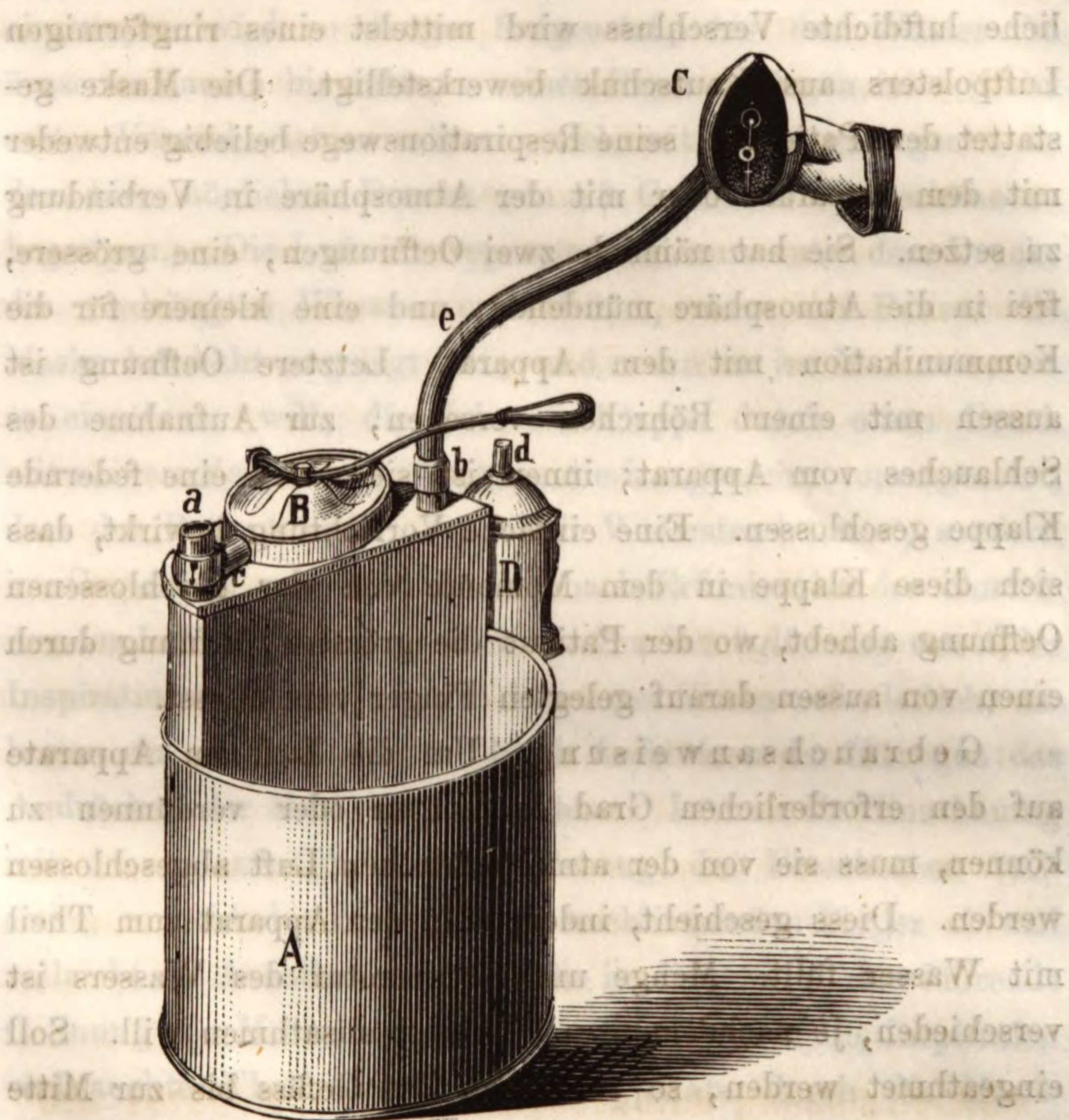


Fig. 3.

oberen oder unteren Theil in den Apparat eingefügt wird, bekommt die Luftströmung diese oder jene Richtung. — Der am Luftbehälter (nach rechts) angebrachte heizbare Kessel D dient dazu, bei der Anwendung komprimirter Luft dieselbe zu erwärmen. Verstopft man nämlich das Röhrchen b und setzt den Schlauch an d an, so strömt die Luft durch den

Kessel D, wo sie erwärmt oder mit medikamentösen Dämpfen imprägnirt werden kann.

Die Maske ist eine flache Blechschale, deren Ränder beiläufig an die Kontour von Mund und Nase passen. Der eigentliche luftdichte Verschluss wird mittelst eines ringförmigen Luftpolsters aus Kautschuk bewerkstelligt. Die Maske gestattet dem Patienten, seine Respirationswege beliebig entweder mit dem Apparate oder mit der Atmosphäre in Verbindung zu setzen. Sie hat nämlich zwei Oeffnungen, eine grössere, frei in die Atmosphäre mündende, und eine kleinere für die Kommunikation mit dem Apparat. Letztere Oeffnung ist aussen mit einem Röhrchen versehen, zur Aufnahme des Schlauches vom Apparat; innen ist sie durch eine federnde Klappe geschlossen. Eine einfache Vorrichtung bewirkt, dass sich diese Klappe in dem Momente von der geschlossenen Oeffnung abhebt, wo der Patient die grössere Oeffnung durch einen von aussen darauf gelegten Finger verschliesst.

Gebrauchsanweisung. Um die Luft im Apparate auf den erforderlichen Grad verdichten oder verdünnen zu können, muss sie von der atmosphärischen Luft abgeschlossen werden. Diess geschieht, indem man den Apparat zum Theil mit Wasser füllt. Menge und Temperatur des Wassers ist verschieden, je nachdem man ein- oder ausathmen will. Soll eingeathmet werden, so füllt man das Gefäss bis zur Mitte (die durch eine Marke bezeichnet ist) mit Wasser von beiläufig 50° R. Durch die Aufnahme von Wasserdämpfen soll die Luft des Apparates gerade jenen Wärmegrad erhalten, der für die Respirationsschleimhaut am angenehmsten ist, da ein kalter Luftstrom nach Hauke dieselbe unangenehm berühren würde. Nun verbindet man den Apparat durch den kurzen Schlauch mit jener Mündung des Blasebalgs, bei der der Pfeil nach aussen gerichtet ist, während der längere Schlauch den Apparat

mit der Maske verbindet. Wird nun der Blasebalg in Thätigkeit gesetzt, so strömt die Luft in den Apparat, dadurch wird das Wasser aus dem Luftbehälter verdrängt und steigt im äusseren Raume um so viel, als es im innern sinkt. Das Luft-einpumpen wird so lange fortgesetzt, bis das Wasser im äusseren Raume bis nahe an seinen Rand gestiegen ist. (Beim ersten Versuche ist es rathsam, sich mit einem geringeren als dem hier möglichen Drucke von 28 Centimet. Wasserhöhe zu begnügen.) Die Luft im Apparate steht nun unter dem Drucke des verdrängten Wassers und strömt, wenn der Patient die Maske luftdicht angelegt hat, und wenn er im Momente, wo er einathmen will, die federnde Klappe durch einen Druck mit seinem Zeigefinger öffnet, in die Lungen ein, vorausgesetzt, dass der Patient nicht absichtlich Widerstand leistet, sondern im Gegentheile seinen Brustkorb nach Erforderniss der einströmenden Luft selbstthätig erweitert. Zur Ermöglichung von tiefen Inspirationen ist nach Hauke bequemes Sitzen erforderlich, am besten vor einem Tisch, um durch Aufstützen der Ellbogen das Andrücken der Maske zu erleichtern. Ist nun die Einathmung mit der grösstmöglichen Erweiterung des Brustkorbes vollendet, so hebt der Patient den verschliessenden Finger ab und vollzieht die Ausathmung durch die in die Atmosphäre führende Oeffnung der Maske. Inzwischen muss der für die Inspiration verbrauchte Theil der Luft im Apparate durch die Handhabung des Blasebalges wieder ersetzt werden. Letzteres kann selten der Patient selbst besorgen, sondern er braucht dazu für die ganze Dauer der Sitzung, 10—15 Minuten, einen Gehilfen.

Die Anwendung des Apparates behufs Erleichterung der Ausathmung ist weniger umständlich als die oben beschriebene Methode. Man füllt den Apparat bis zur halben Höhe der Scheidewand mit kaltem Wasser, verbindet denselben durch den langen Schlauch mit der Maske und durch den kurzen

Schlauch mit jener Mündung des Blasebalges, die mit dem nach innen gerichteten Pfeil bezeichnet ist, und pumpt die Luft so lange aus, bis das ganze Wasser 37 Centimet. in den inneren Raum gezogen ist. Bei den ersten Versuchen begnüge man sich nach Hauke mit einem geringeren Zuge. Nun legt der Patient die Maske an, athmet frei ein und aus, und wenn er seine Ausathmung vollendet hat, wechselt er mittelst Fingerdruck die Kommunikation der Maske, worauf unter einem mehr oder weniger beengenden Gefühle noch ein Theil der zurückgebliebenen Luft aus den Lungen heraus in den Luftbehälter strömt, in Folge dessen das Wasser im äusseren Raum zu steigen beginnt. Wenn der Patient nicht allzu schwach ist, so kann er dabei selbst den Blasebalg mit einer Hand in Thätigkeit setzen, während die andere Hand die Maske an das Gesicht andrückt. Diess soll am leichtesten gelingen, wenn der Patient an einer Tischkante Platz nimmt, den Apparat vor sich etwas nach links stellt, den rechten Ellbogen auf den Tisch stützt und mit der rechten Hand die Maske an das Gesicht anschliesst und die Luftströmung regelt, während die linke Hand fortwährend den Griff des Blasebalges langsam auf und ab bewegt.

Bei jedem Athemzuge muss neu gepumpt werden. Der Druck, welchen der Apparat gewährt, schwankt zwischen $\pm \frac{1}{96} - \frac{1}{48}$ Atmosphären.

Um den Apparat bei Kindern anwenden zu können, welche selbst die Athmung für den Apparat nicht regeln können, ersann Hauke noch eine Vorrichtung zur Selbstregulirung. Er verband das Ventil der Maske mit einem Elektromagneten und legte eine elektrische Kette um die Brust des Kranken. Durch die Dehnung derselben bei der Einathmung wurde der elektrische Strom unterbrochen, bei der Einziehung durch die Expiration wurde der Strom hergestellt und das Ventil geöffnet.

oder geschlossen. In der Praxis hat sich diese Vorrichtung jedoch nicht bewährt.

Der Hauke'sche Apparat hat folgende Mängel: erstlich ist ein Gehülfe zur Handhabung meist nöthig, zweitens gewährt er eine zu geringe Kraftentwicklung, drittens ist der Druck kein konstanter (siehe auch bei Waldenburg's Apparat).

Anhang. Dr. Friedrich Geyer bildet in seiner Inauguraldissertation zwei etwas abgeänderte Hauke'sche Apparate ab, welche durch eine Balancirstange und durch Klappenventile so verbunden sind, dass alternirend verdichtete und verdünnte Luft benutzt werden kann. Praktisch wurde der Gedanke nicht ausgeführt und wir erwähnen diess nur der Vollständigkeit halber.

Die Hauke'schen pneumatischen Doppelapparate zur pneumatischen Wanne, welche ebenfalls als kontinuierlich wirkende Respirationsapparate verwendbar sind, siehe bei dieser.

Die J. B. Berkart'schen Apparate.

Dr. J. B. Berkart in London konstruirte zwei Apparate, welche nur für die Ausathmung in verdünnte Luft berechnet sind. Der eine Apparat stellt eine Kolbenpumpe dar, mit welcher die Luft aus den Lungen angesogen wird; bei dem anderen Apparat wird die Luftverdünnung oder Auspumpung der Lungen mit einem Gummiballon besorgt.

Fig. 4. (A) Pumpe mit Kolbenstange, in Kubikcentimeter getheilt und mit einem Schieber (B) versehen, welcher die Grösse der Kolbenthätigkeit anzeigt. Der Kolben wird innen durch Federkraft in die Höhe getrieben und die Auspumpung geschieht dadurch, dass man denselben mit der Hand niederdrückt. H ist eine mit Gummi ausgelegte Metallmaske für

Mund und Nase, welche durch ein Band um den Kopf oder mit der Hand festgehalten wird. D und E sind Röhren. Bei D befindet sich eine inspiratorische, bei E eine expiratorische Klappe; bei C ebenso eine expiratorische und bei F eine inspiratorische Klappe, die durch einen Finger regulirt wird. Maske und Cylinder sind durch eine beiläufig 42 $\frac{1}{2}$ Centimet. lange feste Röhre vereinigt.

Während der Inspiration wird die Klappe F und D geöffnet, dann am Schluss derselben geschlossen; bei der Expiration öffnet sich E und C, der Kolben wird niedergedrückt

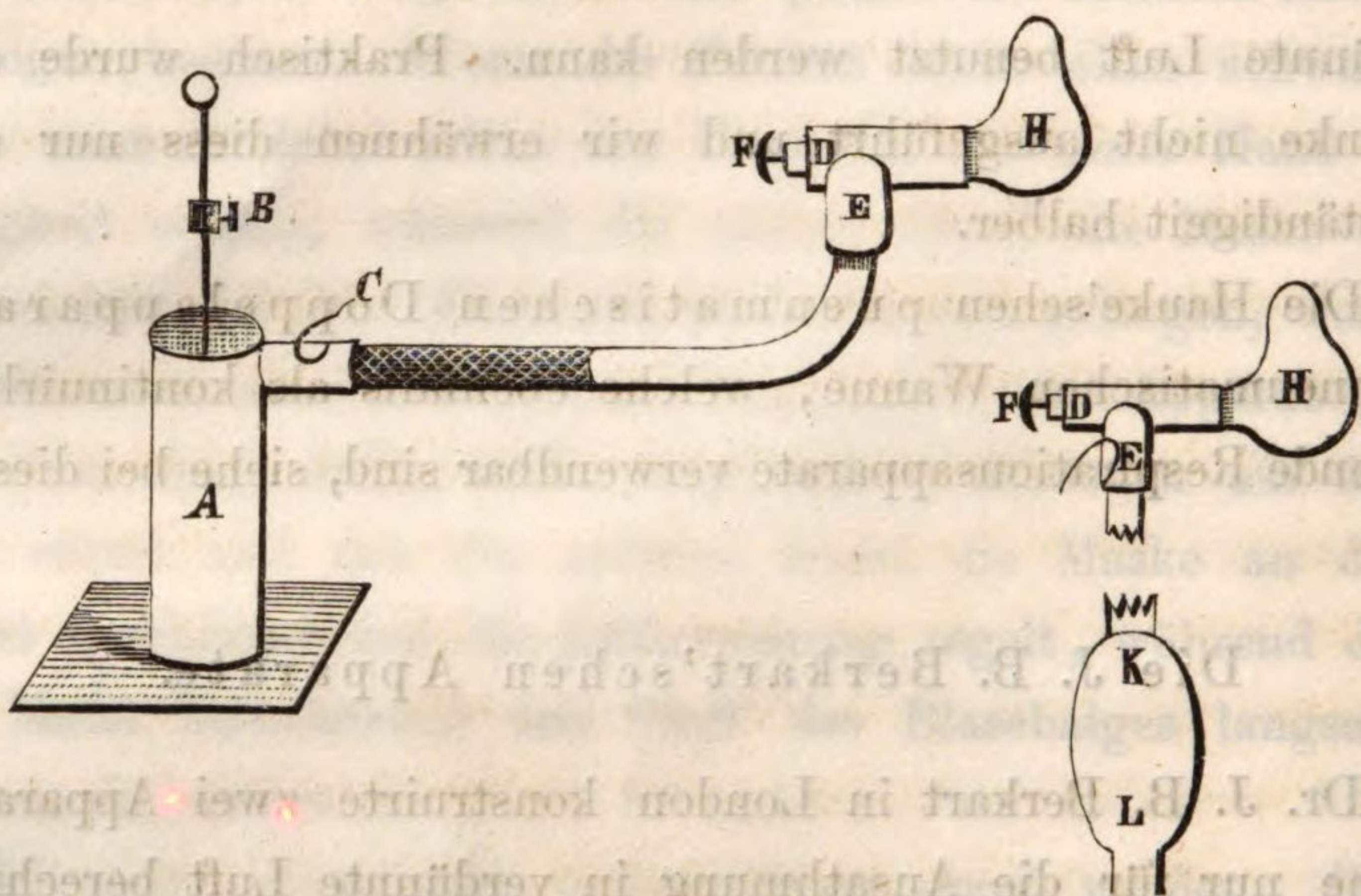


Fig. 4.

Fig. 5.

und die Luft aus den Lungen ausgepumpt. Die Auspumpung scheint wie bei Hauke erst beginnen zu sollen, wenn durch C die normale Expiration vollendet ist.

Fig. 5 stellt Gesichtsmaske mit den betreffenden Röhren und Klappen von Fig. 1 dar. K L ist der Gummiballon, welcher an den gezackten Theil angefügt werden soll. Der Gummiballon hat 15 Kubikzoll Inhalt. Die Inspiration geschieht wie bei Fig. 1 angegeben und am Ende der normalen Expiration soll dieser Gummiballon schnell zu-

sammengedrückt und losgelassen werden, um die Lungenresidualluft in den luftleeren oder luftverdünnten Raum anzusaugen.

Die Instrumente sind zu haben bei Hawksley Nr. 4, Bleenheim — Street, New Bond Street, London.

Auch die Berkart'schen Instrumente arbeiten mit inkonstanter Kraft und unbekannten Druckgrößen und haben deshalb durchaus keinen besonderen Vorzug.

Horace Dobell's Residualluftpumpe.

Dr. H. Dobell, welcher Berkart's Instrumente mehrfach anwendete, erklärt dieselben für zu schwer und zu kostspielig, und zu complicirt für die Handhabung. Derselbe konstruirte deshalb ein billiges, leicht zu handhabendes und immer anwendbares Instrument. Seiner Ansicht nach genügt täglich ein- oder zweimaliger Gebrauch 10—15 Minuten lang nicht. Seine Residualluftpumpe wendete er viel und mit entschiedenem Erfolge an. Dieselbe ist nur für verdünnte Luft verwendbar und zwar werden damit die Inspirationen beschränkt, während freie Expirationen möglich sind. Es scheint sonach das Instrument Inspirationen verdünnter Luft zu bewirken, und zwar dadurch, dass sich der Kranke die Luftverdünnung durch seinen eigenen Inspirationsdruck selbst bereitet. Beim Gebrauch tritt nach einigen (3—6) Respirationsakten Luft-hunger ein, die Kranken werden genöthigt, den Mund zu öffnen und tiefe Inspirationen zu machen. Ist dieses Bedürfniss gestillt, so wird das Instrument von Neuem gebraucht. Durch den Gebrauch der Residualluftpumpe hat Dobell immer die Residualluft möglichst reichlich auspumpen können, wobei das Zwerchfell stets sehr hoch stieg.

Beim Gebrauch des H. Dobell'schen Instrumentes (siehe Fig. 6) ist es nur nöthig, das Ende der Pfeife (Fig. 8) in den Mund zu nehmen und ganz durch dasselbe zu expiriren und zu inspiriren. Die Nase wird durch einen Klemmer (Fig. 7) abgeschlossen, um die Athmung durch dieselbe zu

Fig. 8.

Fig. 7.

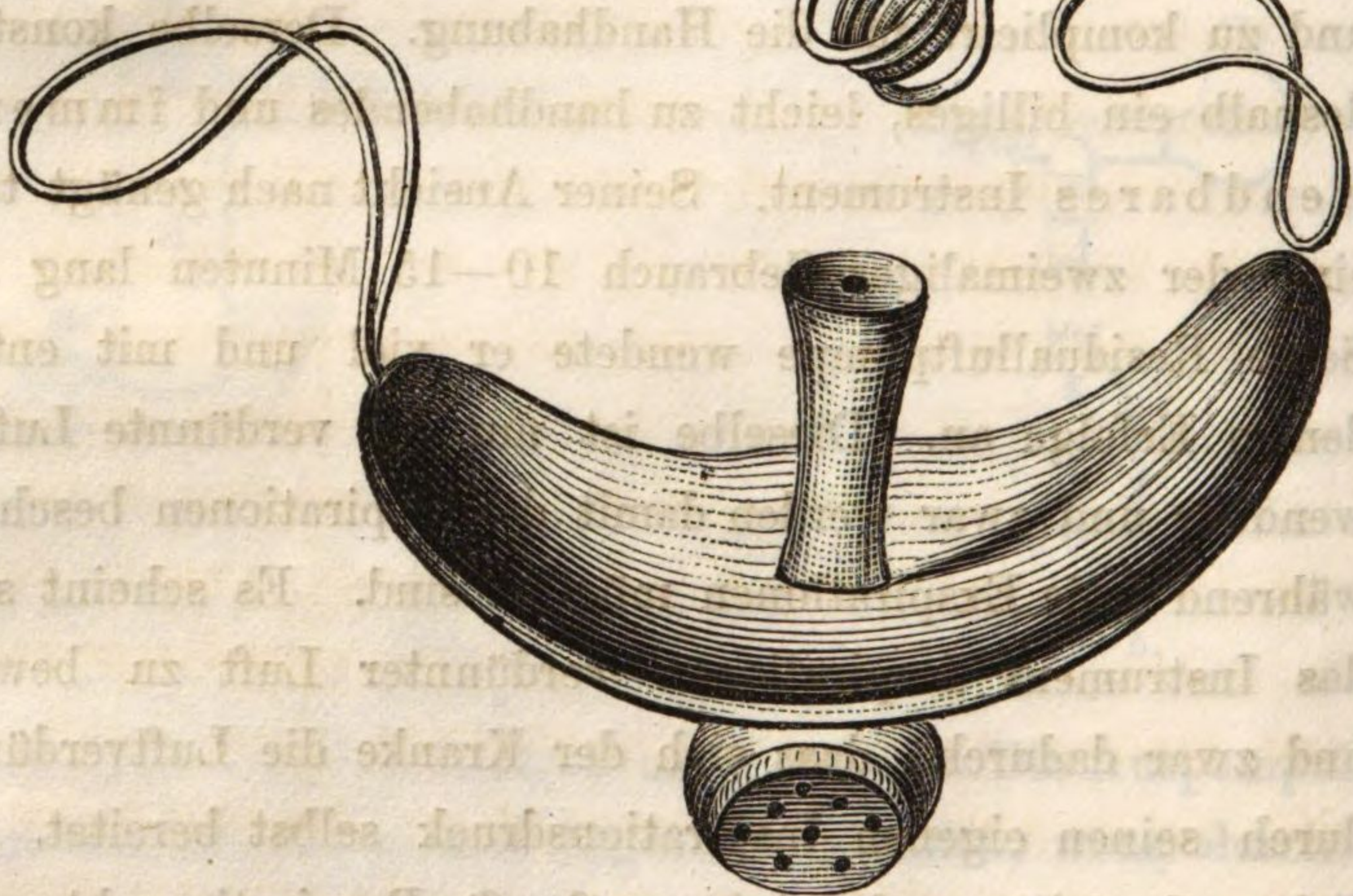
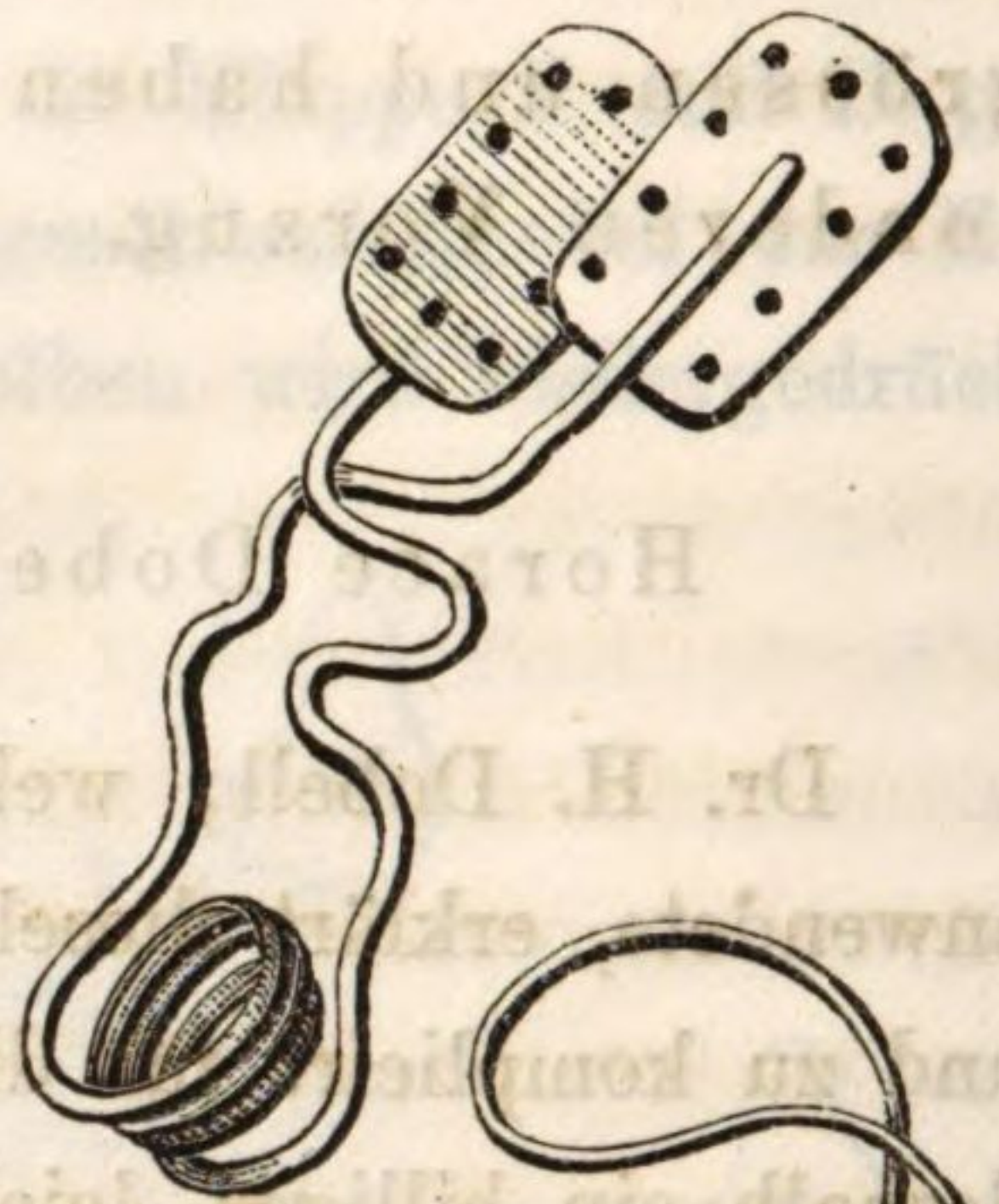
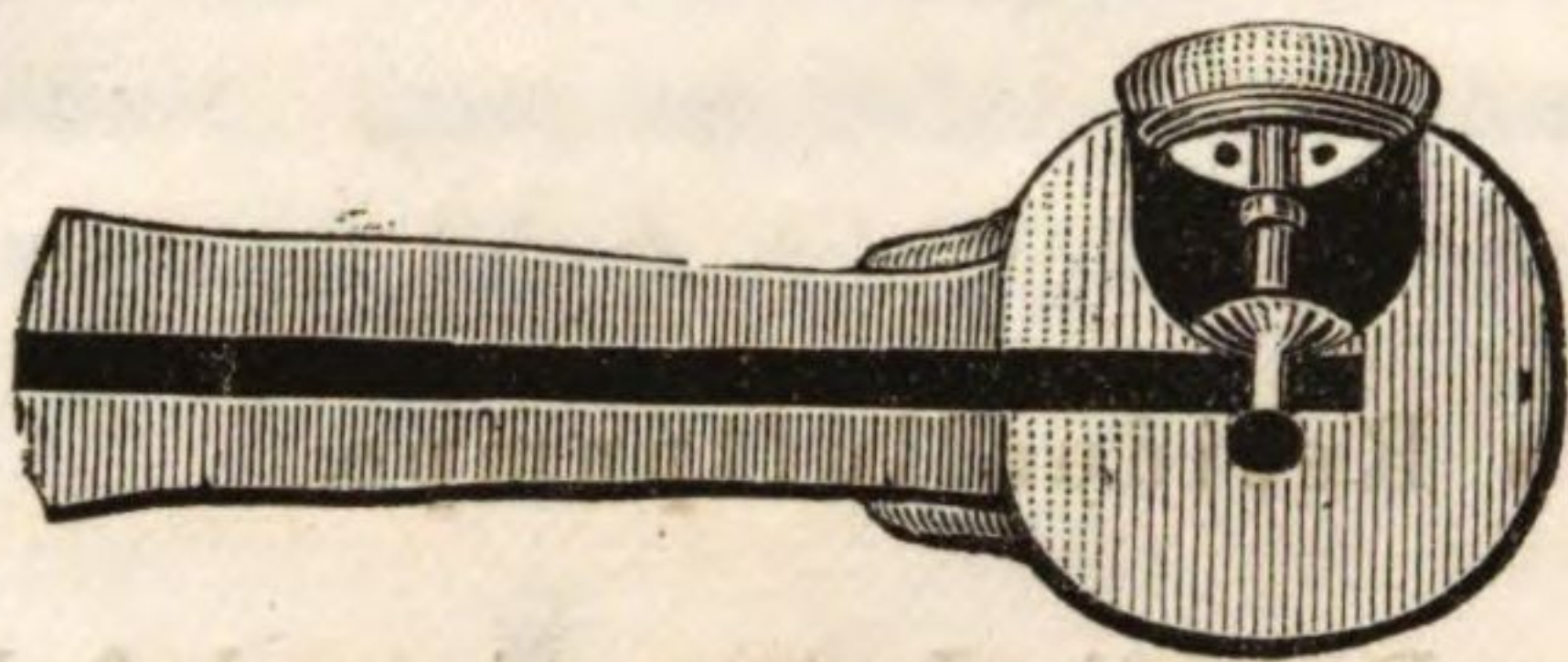


Fig. 6.

verhüten. Die Seitenplatten am Instrument schliessen den Mund ab. Das Instrument hat bloss eine Klappe, welche so konstruirt ist, dass sie allen Absichten entspricht. Das ist die ganze Beschreibung des Instrumentes, wie sie Dobell selbst giebt. Dass die Dobell'sche Residualluftpumpe leicht zu hand-

haben und immer anwendbar und wohl auch billig ist, kann nicht in Abrede gestellt werden, aber sie arbeitet mit ganz inkonstanten und ungleichmässigen selbst unbekannten Kräften, hat demnach Eigenschaften, welche ein physikalisches Heilmittel nicht haben darf.

L. Waldenburg's transportabler pneumatischer Apparat.

Alle neuerfundenen Apparate zeigen bei längerer praktischer Anwendung erst ihre Mängel, die zur Verbesserung und Beseitigung auffordern, den Ruhm der Erfindung selbst aber nicht im Mindesten schmälern; und solche ergeben sich auch beim Apparat von Dr. J. Hauke. Waldenburg fand bei Gelegenheit mehrfacher Anwendung in Krankheiten, dass der Hauke'sche Apparat, wie wir dort schon erwähnten, eine zu geringe Kraftentwicklung (bis kaum $\frac{1}{40}$ Atmosphäre) und keinen konstantgrossen Druck während der Benutzungsdauer zeigte. Der Druck sinkt entweder allmählich bis auf ein Minimum oder ist bei andauerndem Pumpen fortgesetzten Schwankungen unterworfen. Waldenburg verlangt mit Recht von einem jeden und besonders physikalischen Heilmittel, dass man es genau dosiren kann, dass man also, wie im gegebenen Falle, die Luft mit einem für die Krankheit passenden Druck, welcher (einmal erreicht) von Anfang bis Ende konstant bleibt, anwenden kann. —

Andere, doch nebensächliche Uebelstände am Hauke'schen Apparat sind noch, dass die Maske nicht fest genug sitzt und den Mund resp. die Nase von der Seiteneinströmung oder Seitenausströmung der Luft nicht genügend abschliesst, dass das Ventil an der Maske schwer zu handhaben und unter

Umständen, z. B. bei schmalem Finger, nur mit Beihülfe einer anderen Person zu benutzen ist.

Waldenburg konstruirte mit Berücksichtigung aller dieser Mängel nach dem Princip des Hutchinson'schen Spirometers seinen „transportablen pneumatischen Apparat“, welcher besonders mit seinen neuesten Verbesserungen, wie wir sie kennen lernen werden, allen Anforderungen entspricht, welche man in Hinsicht auf Genauigkeit der Wirkung eines Apparates bei der Anwendung zu Heilzwecken stellen kann. Der Waldenburg'sche Apparat dient

- 1) für komprimirte und verdünnte Luft in intermittirender Anwendung; arbeitet
- 2) mit vollkommen konstantbleibendem Druck; lässt
- 3) eine ganz genau dosirte Anwendung des Druckes, und zwar innerhalb einer Druckwirkung von $\pm \frac{1}{120} - \frac{1}{40}$ resp. $\frac{1}{20}$ Atmosphäre beim ersten und von $\pm \frac{1}{129} - \frac{1}{32}$ Atmosphäre beim zweiten verbesserten Apparat zu; ist
- 4) transportabel und braucht keinen Gehülfen, hat ein leicht zu handhabendes Ventil, eine gut schliessende Maske; und kann schliesslich
- 5) als Spirometer verwendet werden.

Der ältere Waldenburg'sche Apparat ist folgendermaassen konstruirt (Fig. 9).

In einem oben offenen, cylinderförmigen Gefässe von 1 Met. Höhe und 30 Centimet. Durchmesser bewegt sich ein zweiter, nach unten offener, oben geschlossener Cylinder von gleicher Höhe und 27 Centimet. Durchmesser. Beide Gefässe sind aus Zinkblech gearbeitet. Von dem ersten Cylinder gehen 3 Eisenstäbe von etwas mehr als 1 Met. Länge in die Höhe, die oben durch einen abnehmbaren Reifen unter einander verbunden sind, und die an ihrer Spitze je eine hölzerne Rolle tragen. Ueber diese Rollen laufen Schnüre, welche nach

innen an dem Deckel des zweiten Cylinders befestigt sind, nach aussen an ihrem freien Ende Haken zum Anhängen von Gewichten tragen.

An jeder der drei Eisenstangen befindet sich je eine abnehmbare Klammer, die am besten in einer Höhe von 66 Centimet. — durch eine Vertiefung markirt — zu befestigen ist.

Der innere Cylinder besitzt an zwei einander diametral gegenüberstehenden Stellen seiner Oberfläche prismatisch vorspringende Leisten, welche in entsprechend aus zwei hervortretenden Kanten gebildete, winkelförmige Vertiefungen an der inneren Peripherie des äusseren Cylinders bequem hinein passen. Diese Vorrichtung dient dazu, um den inneren Cylinder — ohne Reibung — in einer bestimmten Richtung zu fixiren.

An dem Deckel des inneren Cylinders befinden sich zwei Oeffnungen, die eine communicirt durch einen Schlauch mit der Maske, in die andere ist ein Quecksilbermanometer mit Eintheilung in Millimeter — bis zu je 40 Millimet. nach oben und unten — luftdicht eingefügt.

Der äussere Cylinder besitzt nahe seinem Boden einen Hahn zum Ablassen des Wassers, und ausserdem läuft an ihm von oben herab bis nahe an

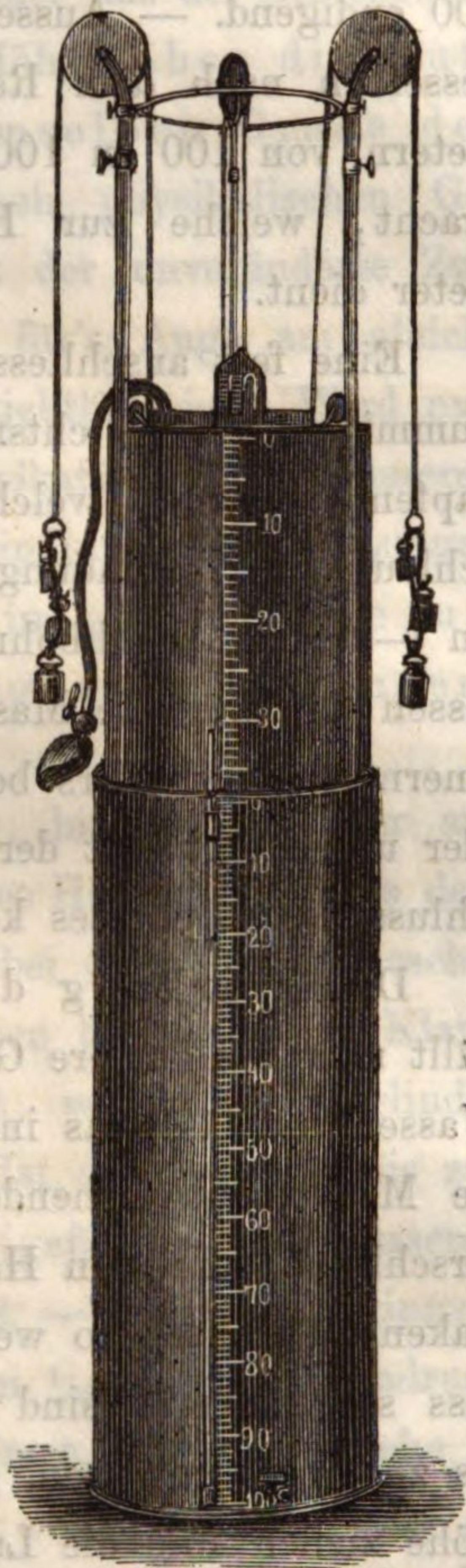


Fig. 9.

seinen Boden eine mit ihm unten communicirende Glasröhre — mit korrespondirender Centimetereinheitung am Cylinder, — an welcher der Wasserstand im äusseren Cylinder abzulesen ist. Auch der innere Cylinder besitzt eine Centimetereinheitung, am oberen Rande mit Null beginnend, am unteren mit 100 endigend. — Ausserdem ist neuerdings am oberen Theile desselben nach dem Rauminhalt eine Skala in Kubikcentimetern von 100 zu 100 bis zu 10000 Kubikcentimeter angebracht, welche zur Benutzung des Apparates als Spirometer dient.

Eine fest anschliessende blecherne, an den Rändern mit Gummi belegte Gesichtsmaske lässt sich auf einen messingenen Zapfen aufsetzen, welcher mit dem zum Apparat führenden Schlauch in Verbindung steht. In dem Zapfen befindet sich ein |—förmig durchbohrter Hahn mit weitem Lumen, durch dessen Drehung die Maske entweder allein mit der Luft des innern Blechcylinders bei Abschluss der äusseren Atmosphäre, oder umgekehrt mit der freien Atmosphäre bei völligem Verschluss des Apparates communicirt.

Die Wirkung dieses Apparates ist folgende: Füllt man das äussere Gefäss bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser und lässt das innere Gefäss bei frei nach aussen durch die Maske entweichender Luft bis auf den Boden hinein, verschliesst dann den Hahn an der Maske und hängt an die Haken Gewichte, so werden diese letzteren — vorausgesetzt, dass sie schwerer sind als der Cylinder — diesen letzteren bis zu einem gewissen, genau zu berechnenden Punkte in die Höhe ziehen und die Luft in demselben in genau zu berechnender Weise verdünnen. Je grösser das angehängte Gewicht, um so stärker ist die Luftverdünnung. Den Grad der Verdünnung kann man am Quecksilbermanometer bequem ablesen; derselbe entspricht vollkommen dem durch die Be-

rechnung aus den angehängten Gewichten ermittelten Werth. Zugleich sinkt das Wasser im äusseren Gefässe, was an der Glasröhre abzulesen ist, und steigt dafür im Verhältniss im inneren Gefäss in die Höhe. Oeffnet man nun den Hahn der Maske, so dass die Luft des Cylinders mit der äusseren Luft communicirt, so saugt der innere Cylinder aus der Atmosphäre Luft an, der Cylinder steigt in die Höhe, aber die Luft in ihm bleibt konstant in demselben Grade der Verdünnung, was theoretisch nach physikalischen Gesetzen nothwendig, indem permanent der unveränderte Zug derselben Gewichte wirkt, und was für's Auge am gleichbleibenden Stande des Manometers ersichtlich ist. Wird nun der innere Cylinder, anstatt in Kommunikation mit der äusseren Atmosphäre, durch die Maske in Verbindung mit den Lungen beim Exspiriren gebracht, so erfolgt in gleicher Weise mit konstanter Kraft eine Ansaugung der Lungenluft in den Apparat.

Das Aufsteigen erfolgt so lange, bis der Cylinder aus dem Wasser gehoben ist. Damit dieses Herausheben aus dem Wasser nicht gewaltsam geschehe, wobei der Apparat beschädigt werden könnte, dazu sind die oben beschriebenen Klammern an den Eisenstäben angebracht, welche den Cylinder am weiteren Aufsteigen hindern. — Ist der Apparat bis zur Höhe von 20 Centimet. mit Wasser gefüllt — am äusseren Cylinder als „Wasserhöhe“ markirt — so kann der innere Cylinder bei einer Luftverdünnung von $\frac{1}{60}$ Atmosphärendruck bis zu einer Höhe von ca. 66 Centimet. aufsteigen, ehe er aus dem Wasser gehoben wird. Da die Benutzung von $\frac{1}{60}$ Atmosphäre der häufigste ist, so thut man deshalb gut, die Klammern in dieser Höhe, wo sich auch für sie eine Vertiefung in den Eisenstäben befindet, anzuschrauben. Bei geringerer Luftverdünnung können die Klammern höher, bei

stärkerer niedriger angeschraubt werden, oder, was bequemer, man muss sich im letzteren Falle merken, dass man den Cylinder nicht ganz hinauf bis zu den Klammern aufsteigen lassen darf. — Ändert man die Höhe des Wasserstandes im Apparat, so ändern sich dem entsprechend auch die Verhältnisse.

Will man dagegen die komprimirte Luft benutzen, so lässt man den innern Cylinder bei offenem Hahn zuerst durch angehängte Gewichte in die Höhe gehen, schliesst dann den Hahn, entfernt die Gewichte und legt dafür Gewichte auf den Deckel des innern Cylinders. Diese zusammen mit dem Gewicht des Cylinders selbst komprimiren die Luft in demselben, was das Manometer anzeigt, und zugleich sinkt das Wasser im innern, steigt im äussern Gefäss. Oeffnet man den Hahn nach aussen in die Atmosphäre, oder lässt man aus der Maske inspiriren, so sinkt der Cylinder herab, die Luft desselben behält aber auch hier konstant ihren ursprünglichen Verdichtungsgrad, wie das Manometer beweist, bis der innere Cylinder zum Boden des äusseren Gefässes angelangt ist.

An der Skala des inneren Cylinders lässt sich ablesen, um wie viele Centimeter mit jedem Athemzuge — sei es bei der Inspiration oder bei der Expiration — der Cylinder gesunken oder gestiegen ist. Da der Rauminhalt des Cylinders für je 1 Centimet. Höhe bekannt ist — derselbe beträgt 573 Kubikcentimet. —, so lässt sich genau berechnen, wie viel Luft dem Cylinder entweder bei jeder Inspiration entzogen oder bei jeder Expiration hinzugefügt ist, und das Resultat mit der vitalen Lungenkapazität vergleichen.

Die Gesichtsmasken schliessen dicht Mund und Nase ein. Es giebt 3 Grössen. Die mittlere Grösse ist die am meisten bei Erwachsenen passende. Korrekturen können durch leichte Biegungen angebracht werden. Vollbärte hindern meist festen Anschluss der Maske. — Aus Reinlichkeitsrücksichten

wie auch etwaiger Ansteckung halber ist es wünschenswerth, dass jeder Kranke seine eigene Maske besitzt. Der Hahn am Schlauch hinter der Maske ist leicht zu gebrauchen. Ein Gehülfe ist bei der Anwendung des Apparates unnöthig.

Zu bemerken ist ferner, dass der Apparat nur bis auf 20 Centimet. Wasserhöhe am Wassermanometer mit Wasser gefüllt werden darf, da sonst das Wasser bei über $+ \frac{1}{40}$ Atmosphärendruck überläuft. Will man höhere Luftkompressionen, so darf nur weniger Wasser eingefüllt werden.

Kraftwirkung des Apparates. Das Gewicht der Atmosphäre auf 1 □ Centimet. Fläche beträgt im Mittel 1033 Gramm. Die obere Fläche des inneren Cylinders ist ein Kreis von 27 Centimet. Durchmesser, sein Inhalt also gleich $\left(\frac{27}{2}\right)^2 \cdot \pi = \text{ca. } 572,8 \text{ □ Centimeter.}$ Der Druck einer Atmosphäre auf dieselbe berechnet sich demnach auf $1033 \cdot 572,8 = 591,7 \text{ Kilogr. oder ca. } 1183 \text{ Pfund.}$ Hiernach lässt sich berechnen, welchem Atmosphärendruck jede beliebige Zahl von Gewichten, die man auf den Apparat stellt oder anhängt, entspricht. Man kann anstatt 1183 Pfund rund 1200 Pfund nehmen.

Pfund = Atmosphärendruck = Quecksilberdruck = Wasserdruck

		Millimet.	Centimet.
1200	1	760	1033
1	$\frac{1}{1200}$	0,63	0,86
3	$\frac{1}{400}$	1,9	2,6
5	$\frac{1}{240}$	3,1	4,3
6	$\frac{1}{200}$	3,8	5,2
8	$\frac{1}{150}$	5,1	6,9
10	$\frac{1}{120}$	6,3	8,6
12	$\frac{1}{100}$	7,6	10,3
15	$\frac{1}{80}$	9,5	13,0
17	$\frac{1}{70}$	10,9	14,8
18	$\frac{1}{66}$	11,4	15,3
20	$\frac{1}{60}$	12,6	17,2
24	$\frac{1}{50}$	15,2	20,6

Pfund = Atmosphärendruck = Quecksilberdruck = Wasserdruck			
		Millimet.	Centimet.
25	$\frac{1}{48}$	15,8	21,5
27	$\frac{1}{44}$	17,1	23,3
30	$\frac{1}{40}$	19,0	26,0
33	$\frac{1}{36}$	21,1	28,7
35	$\frac{1}{34}$	22,1	30,3
36	$\frac{1}{33}$	22,8	31,0
40	$\frac{1}{30}$	25,3	34,4
42	$\frac{1}{28} - \frac{1}{29}$	26,6	36,3
45	$\frac{1}{26} - \frac{1}{27}$	28,4	38,7
48	$\frac{1}{25}$	30,4	41,3
50	$\frac{1}{24}$	31,6	43,0
55	$\frac{1}{22}$	34,7	47,3
60	$\frac{1}{20}$	38,0	51,6

Der in der Tabelle angegebene Quecksilber- und Wasserdruck entspricht dem absoluten Druck bei mittlerem Barometerstand. Das Wassermanometer am Apparat zeigt nicht diesen Wasserdruck, dasselbe zeigt nur die Wasserhöhe im äusseren Cylinder an, und man muss sodann noch berechnen, wo das Wasser im innern Cylinder steht. Die Differenz beider bezeichnet den Wasserdruck.

Da der innere Cylinder des Apparates 10 Pfund wiegt, so wirkt er zur Herstellung komprimirter Luft als 10 Pfund Druck = $\frac{1}{120}$ Atmosphäre. Will man also 20 Pfund Druck = $\frac{1}{60}$ Atmosphären haben, so hat man nur 10 Pfund noch auf den Cylinder zu legen und so fort. Die Wirkung für Luftkompression beginnt am Apparat also erst bei $\frac{1}{120}$ Atmosphäre. Um verdünnte Luft herzustellen, müssen aus gleichen Gründen erst 10 Pfund zur Gleichgewichtsstellung mit dem Cylinder, also allemal 10 Pfund mehr, angehängt werden, um den gewünschten Druck zu erhalten. Will man z. B. $\frac{1}{40}$ Atmosphäre Luftverdünnung, so darf man nicht bloss 30 Pfund, sondern muss 40 Pfund anhängen.

Der verbesserte Waldenburg'sche Apparat (Fig. 10).

Zwei Mängel entdeckte Waldenburg an seinem eben beschriebenen Apparat. Derselbe kann erstlich nur bis zu 20 Centimet. Wasserhöhe gefüllt werden, wodurch von dem Rauminhalt des inneren Cylinders ein zu grosser Theil für den Gebrauch der komprimirten sowohl wie der verdünnten Luft verloren geht. Würde man den Apparat höher mit Wasser füllen, dann würde dasselbe bei stärkerer Kompression überlaufen; zweitens bleibt nach dem Gebrauche des Apparates, so wie der innere Cylinder den Boden des äusseren berührt, ein erheblicher Rest von Luft zurück, nämlich so viel, wie der innere Cylinder von seinem Deckel bis zur Wasserhöhe Rauminhalt besitzt. Bei einem Wasserstande von 20 Centimet. beträgt dies 11460 Kubikcentimet. Luft. Besonders unangenehm ist dieser Uebelstand, wenn vorher in verdünnte Luft expirirt wurde. Die zurückbleibende Luft enthält dann nicht allein sehr viel Kohlensäure, sondern unter Umständen auch andere Exhalationsbeimischungen. Bisher wurde aus diesem Grunde, wenn der Apparat für Expirationen gebraucht worden war und darauf für Inspirationen verwendet werden sollte, derselbe mehrere Male frisch gefüllt und entleert, mit einem Worte: ventilirt. Beide Mängel hat nun Waldenburg abgestellt. Der neue Apparat kann bis zu 8 Centimet. Wasserhöhe gefüllt werden, indem der äussere Cylinder am oberen Theile in einer Höhe von 10 Centimet. der Art erweitert wurde, dass der Durchmesser dieses erweiterten Theiles genau das Doppelte des Durchmessers des innern Cylinders, also 54 Centimet., beträgt. Es wird dadurch ein Raum von 6876 Kubikcentimet. Luft gewonnen. Vier Cylinderfüllungen des

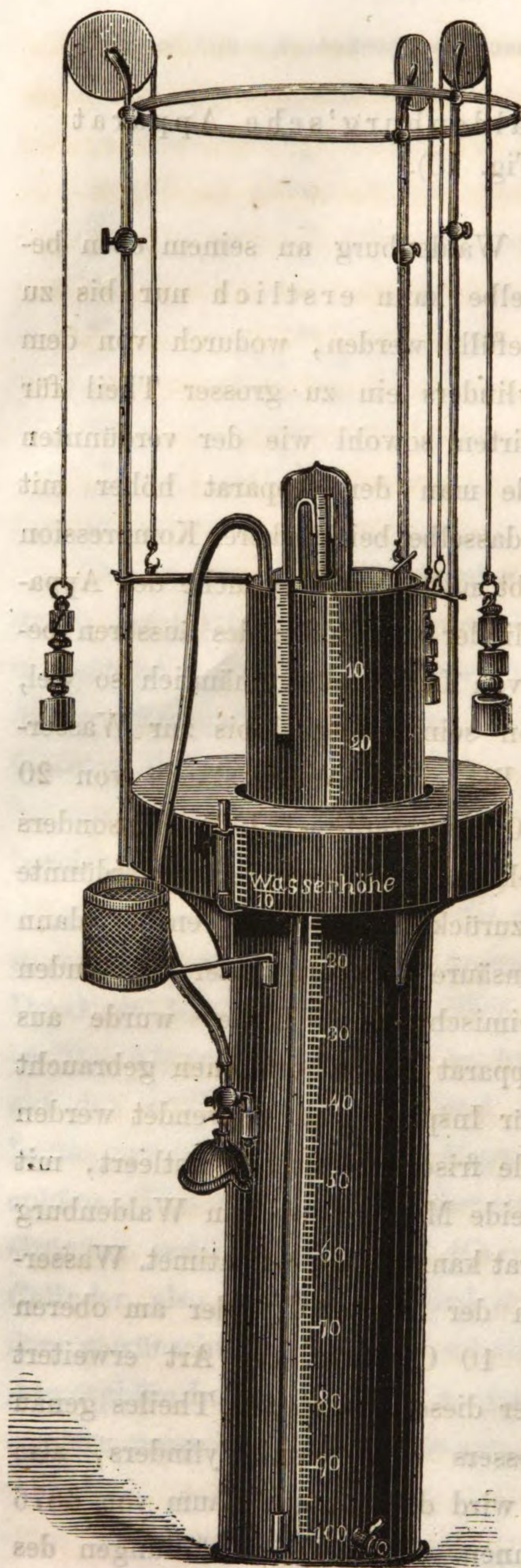


Fig. 10.

neuen Apparates entsprechen ungefähr fünf des alten. Die Luftkompression kann auf diese Weise, ohne dass das Wasser überläuft, bis auf $\frac{1}{32}$ Atmosphäre ausgedehnt werden, während sie früher bei 20 Centimet. Wasserhöhe nur bis auf $\frac{1}{40}$ Atmosphäre gebracht werden konnte. Will man noch höhere Kompressionen, so braucht man nur weniger Wasser einzufüllen, es geht aber dann ein grösserer Rauminhalt des Cylinders wieder verloren. Dem höheren Wasserstand von 8 Centimet. entsprechend sind auch die Klammern, bis zu denen der Cylinder, ohne aus dem Wasser schnellen zu können, in die Höhe rückt, bis auf 83 Centimeter hinaufgerückt. Ein Cylinder im Apparat reicht je nach der Grösse der Lungenkapazität für 5—30 In- resp. Expirationen.

An dem verbesserten

Apparat ist noch ein Flaschenhalter zum Aufsetzen der Wulff'schen Flasche, für den Fall, dass medikamentöse Luft angewendet werden soll, und ferner noch eine Spirometer-skala für den Fall der Benutzung des Apparates als Spirometer angebracht.

Der zweite oben angegebene Mangel ist am verbesserten Apparat dadurch beseitigt, dass der Deckel des inneren Cylinders nicht an der oberen Umrandung desselben angebracht ist, sondern 8 Centimet. unterhalb derselben, also gerade der Wasserhöhe entsprechend. Die äussere Umrandung des innern Cylinders ist indess bis zur vollen Höhe von 1 Meter, wie zuvor, geblieben. Die dadurch über dem Deckel entstehende Schüssel dient zur Aufnahme der Gewichte für die Luftkompression.

Die Schnüre, welche den inneren Cylinder in die Höhe heben, sind beim neuen Apparat ferner an horizontale Metallstäbe befestigt, welche an ihrem äusseren Ende gabelartig die Stangen des Apparates umfassen, so dass der Cylinder gleichzeitig einen sicheren vertikalen Gang erhält.

Die Belastung des neuen Apparates für die Luftkompression und Luftverdünnung ist dieselbe wie am alten, da der innere Cylinder in seinen Dimensionen nicht geändert ist. Ebenso bleibt die ganze Benutzung des Apparates dieselbe.

Anwendung des Apparates als Spirometer. Hängt man an die Schnüre des Apparates gerade so viel Gewichte, wie der innere Cylinder wiegt, so bleibt derselbe in jeder Höhe bei offenem Hahn im Gleichgewicht. Er stellt dann das vollkommenste Spirometer dar. Die Skala ist so eingerichtet, dass jeder Theilstrich 100 Kubikcentimet. Rauminhalt des Cylinders entspricht, und reicht bis zu 10000 Kubikcentimeter. Die Schnüre sind, um Reibung zu vermeiden, möglichst gleichmässig zu belasten. Man hängt deshalb

4 Pfund an jede Schnur und stellt 2 Pfund auf den Deckel. Kleinere Differenzen sind durch Schrotkörner noch auszugleichen.

Zum Hineinblasen kann man sich der Maske bedienen, oder man nimmt das Endstück des Hahnes, auf welchen die Maske gesteckt ist, in den Mund.

Für die Erwärmung der zu athmenden Luft und für medikamentöse Athmungen wird dem Appa-

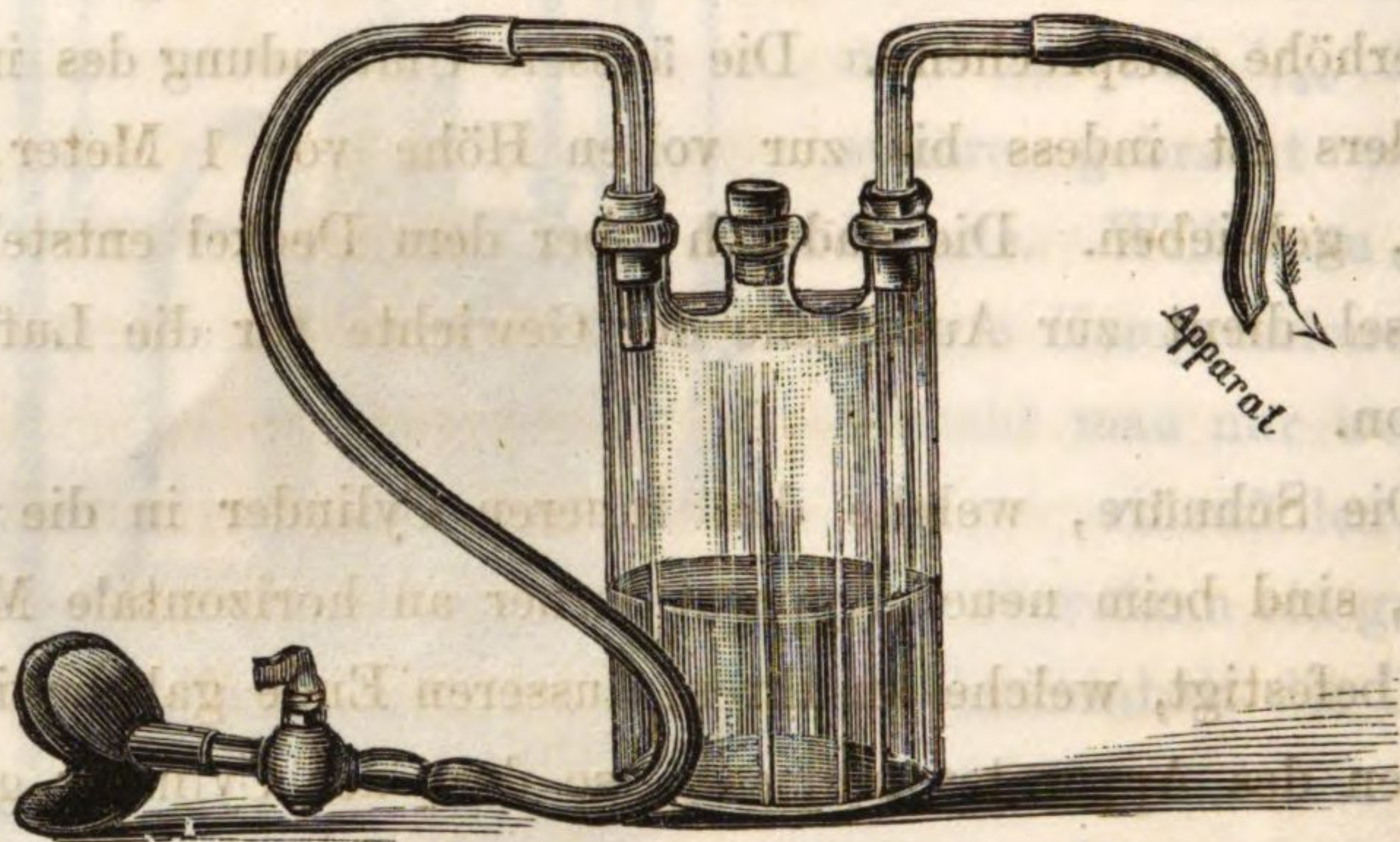


Fig. 11.

rat noch eine Wulff'sche Flasche (Fig. 11) beigegeben, die zwischen Apparat und Maske resp. Hahn eingeschaltet wird (siehe den besonderen Abschnitt).

Preis des Apparates 150 Reichsmark bei Instrumentenmacher Winkler, Berlin, Dorotheenstrasse 3. — Andere Instrumentenmacher liefern ihn für 120 Mark, z. B. E. Messter, Berlin, Friedrichsstrasse 99.

v. Cube's pneumatischer Doppelapparat.

v. Cube konstruirte den ersten Doppelapparat, da er viel Gewicht auf die alternirende Anwendung der pneumatischen

Apparate für In- und Expiration legt. Nachdem Waldenburg aber nachgewiesen, dass die alternirende Methode keine besonderen Vorzüge vor der intermittirenden (siehe den betreffenden Abschnitt) hat, fällt auch der wesentlichste Halt für die Doppelapparate überhaupt. Unter Umständen kann es jedoch wünschenswerth erscheinen, Doppelapparate anzuwenden. — Auch deshalb wünscht v. Cube noch Doppelapparate, um für Inspiration komprimirter Luft und für Expiration in verdünnte Luft einen besonderen Cylinder zu haben, weil es seiner Meinung nach unappetitlich und nicht gefahrlos ist, aus einem Cylinder einzuathmen, in welchen vorher erst andere Kranke ausgeathmet haben, und weil eine Ventilirung durch wiederholtes Füllen und Entleeren des Cylinders zwar die Luft reinigt, aber nicht das Füllwasser, welches ebenfalls mit Exhalationsstoffen imprägnirt werde und Ansteckungsstoffe enthalten könne.

v. Cube benutzt Mundstücke von Glas mit verschieden weiter Oeffnung zum Ansetzen beim Athmen.

Der v. Cube'sche Apparat ist allerdings weniger gut transportabel und hat sich wohl bis jetzt auch noch nicht weiter einzuführen vermocht, obwohl er ein guter konstant arbeitender Apparat ist. — Ferner ist v. Cube der Erste, welcher behufs Imprägnation der komprimirten Luft mit flüchtigen Medikamenten die Wulff'sche Flasche benutzte.

v. Cube beschreibt seinen Apparat (siehe Fig. 12) selbst folgendermaassen:

Auf einer hölzernen starken Bodenplatte von 1,60 Meter Länge und 0,75 Met. Breite erheben sich senkrecht 3 Säulen von Holz, welche 3 Met. hoch sind, unten mit eisernen Seitenstützen fest auf der Bodenplatte befestigt und oben mit einem Querriegel verbunden sind. Zwischen diesen Säulen werden die In- und Expirations-Apparate so aufgestellt, dass deren

Mittelpunkte sich unter dem Querriegel befinden. Jeder dieser Apparate bildet ein Wasserreservoir und eine Glocke. Ersterer besteht aus einem unten geschlossenen Cylinder von Zinkblech von 1,50 Met. Höhe und 0,70 Met. Durchmesser, welcher zur Verstärkung äusserlich mit 3 starken eisernen Reifen umgeben ist. Derselbe würde gefüllt 577 Liter Wasser = 1154 Pfund aufnehmen. Um dieses enorme Wassergewicht zu reduciren,

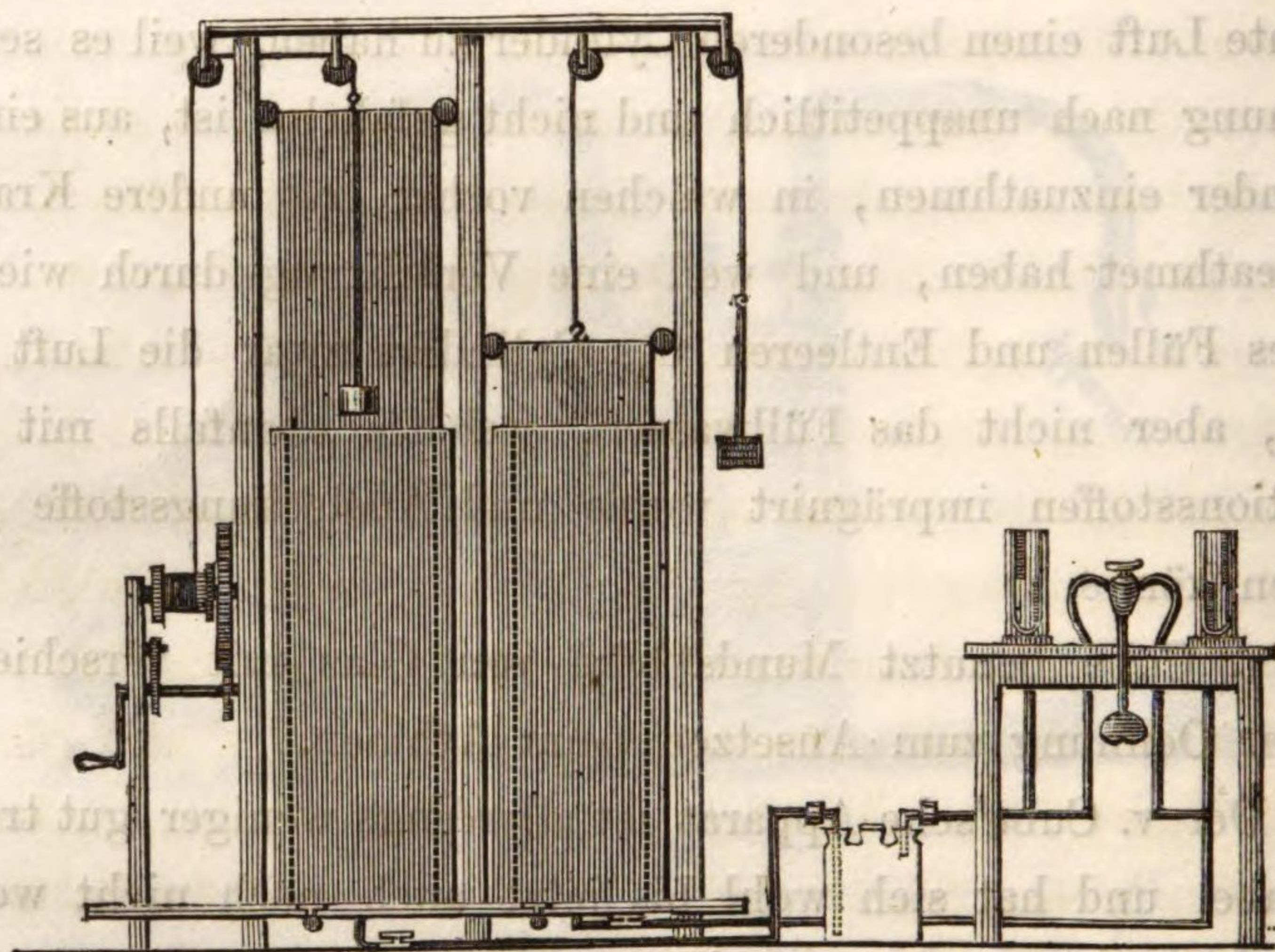


Fig. 12.

ist in jedem derselben ein zweiter Zinkcylinder von gleicher Höhe, aber nur 0,60 Met. Durchmesser eingesetzt, auf dem Boden des Reservoirs angenietet und wasserdicht verlöthet. Hierdurch entsteht ein ringförmiges Gefäss, dessen Wände 0,05 Met. von einander abstehen, und welches zur Füllung nur 153 Liter = 306 Pfund Wasser braucht. In diesen Ring von Wasser taucht nun der unten offene und oben geschlossene Luftcylinder, die „Glocke“. Er ist ebenfalls von Zinkblech gefertigt, hat eine Höhe von 1,45 Met. bei einem Durchmesser von 0,65 Met. und ist oben mit einer Kette, welche

über eine an dem Querriegel befestigte Rolle läuft, aufgehängt. Die senkrechte Auf- und Niederbewegung der Glocken ist dadurch gesichert, dass oben an den Decken derselben je 2 Leitrollen befestigt sind, welche auf Schienen laufen, die in den Holzsäulen eingelassen sind. Um die Seitenschwankungen, welche die Konstanz des Druckes oder resp. Zuges nicht unwesentlich beeinträchtigen können, vollständig zu verhindern, hat ausserdem jede Glocke an dem äusseren Umfange des unteren Randes 5 kleine Messing-Leitrollen, welche an der Zinkwand des Wasserreservoirs entlang laufen. Während nun die Glocke des Expirations-Apparates bei ihrer Funktion einfach durch entsprechende Gegengewichte, welche an der Seite der äusseren Kolonne über eine zweite an derselben befestigten Rolle herabhängen, aufgezogen und dadurch der luftverdünnte Raum erzeugt wird, ist dagegen die Glocke des Inspirations-Apparates mit einer einfachen Vorrichtung zum Aufwinden desselben versehen, welche an der entgegengesetzten äusseren Seite angebracht und aus der Zeichnung leicht verständlich ist. Sowohl der In- als Expirations-Apparat hat an dem Boden je 3 durch Hähne zu verschliessende eiserne Röhrenleitungen, von denen 2 durch den Boden der Reservoirs mit dem inneren Luftraume communiciren, der dritte aber nur mit der Seitenwand und zum Ablassen des Wassers dient. Bei dem Inspirations-Apparat führt eine der beiden Luftröhren, von 20 Millimeter Durchmesser, in's Freie, während die andere, von 15 Millimet. Durchmesser, zu dem sogenannten Operationstisch geht. Beim Füllen der Glocke wird der Hahn dieser letzteren Röhre geschlossen und durch den geöffneten Hahn der in's Freie führenden Röhre strömt beim Aufwinden frische Luft in dieselbe. Ist die Glocke oben angelangt, so wird der Hahn geschlossen, die Sperrklinke der Winde geöffnet und die Luft ist zum Gebrauch komprimirt. Bei dem Expirationsapparat

führt das weitere Rohr von 20 Millimet. Durchmesser in eine gut ziehende Esse (Kamin, Ofen, oder auch in's Freie), in welche die Produkte der Exhalation abgeführt werden. Dass dabei die aussen an der Kette hängenden Gewichte abgenommen werden, wodurch die Glocke vermittelst eigenen Gewichtes in's Wasser einsinkt, und dass während dessen der zum Operationstisch führende zweite Hahn geschlossen bleibt, versteht sich von selbst; ebenso dass, nachdem die Glocke bis zum Boden eingesunken, der zur Esse führende Hahn wieder geschlossen und die Gewichte wieder an die Kette gehängt werden, wodurch sofort das Vacuum erzeugt wird. Von den zum Operationstisch führenden Röhren geht die vom Inspirationsapparate kommende zuerst durch eine grosse Wulff'sche Flasche, in welcher man für resp. Fälle die einzuathmende Luft mit Wasserdämpfen, Gasen oder flüchtigen Stoffen schwängern kann, und welche einfach leer bleibt, wenn nur mit reiner Luft operirt werden soll, und läuft dann mit der vom Expirationsapparate kommenden Röhre in einen gemeinschaftlichen Hahn zusammen; vorher jedoch haben beide Röhren noch Abzweigungen und zwar zu Manometern, die aus ca. 40 Centimet. hohen V förmig gebogenen Glasröhren bestehen, mit Centimeter-Eintheilung, und welche bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt sind. Der in einem Gestelle auf dem Operationstische befestigte gemeinschaftliche Hahn ist so eingerichtet, dass durch eine Viertelumdrehung die Auslassöffnung desselben abwechselnd mit dem einen und dem anderen Rohre communicirt. Indem nun die Auslassöffnung durch ein flexibles Rohr mit der Gesichtsmaske oder einem einfachen Mundstücke von Glas oder Elfenbein verbunden ist, kann Patient nach vollendeter Inspiration durch die Viertelumdrehung des Hahnes sofort die Expiration stattfinden lassen, oder durch die Viertelumdrehung nach entgegengesetzter Richtung den Zufluss der

Luft bis zum nächsten Athemzuge einfach absperren. Auf gleiche Weise kann, wie sich von selbst versteht, auch die Expiration einseitig vorgenommen werden.

v. Cube hat nun hinsichtlich der Druckwirkung angenommen, dass bei der Kompression der niedrigst anzuwendende Druck wenigstens 10 Centimet. Wasserdruck oder ca. $\frac{1}{100}$ Atmosphärenüberdruck betragen muss; und da die Glocke von 0,65 Met. Durchmesser $\frac{65^2 \pi}{4} = 3316$ □ Centimeter Ober-

fläche hat, zu 10 Centimet. Wasserdruck aber ein Gewicht von 10 Gramm per Centimeter gehört, so hat v. Cube von Hause aus der Glocke des Inspirationsapparates das Gewicht von $3316 \times 10 \text{ Gramm} = 33160 \text{ Gramm} = \text{ca. } 66\frac{1}{3} \text{ Pfund}$ gegeben, indem er, um zugleich den Schwerpunkt derselben so niedrig wie möglich zu legen, das dem Zink mangelnde Gewicht an einem steifen Eisendrahte innerhalb der Glocke aufhing. Behufs Steigerung des Druckes sind Scheiben von Blei gegossen, die mit einem Schlitz versehen sind, um sie möglichst central auf die Glocken auflegen zu können, und von denen jede 3316 Gramm (ca. $6\frac{2}{3}$ Pfund) wiegt, wodurch eine jede aufgelegte Scheibe die Kompression der Luft um 1 Centimet. Wasserdruck, also um $\frac{1}{1000}$ Atmosphärendruck erhöht; also

5	Scheiben	geben	15	Centimet.	=	$\frac{15}{1000}$	Atmosphärendruck
10	"	"	20	"	=	$\frac{20}{1000} = \frac{1}{50}$	"
15	"	"	25	"	=	$\frac{25}{1000} = \frac{1}{40}$	"

etc. etc.

Der negative Druck lässt sich an dem Apparat eben so berechnen und einstellen, indem man nach hergestelltem Gleichgewicht der Glocke dieselben 3316 Gramm schweren Gewichte an die Zugkette anbringt. Da die Durchmesser der Glocken gleich sind, so bringt jede aufgelegte Scheibe eine 1 Centi-

meter Wasserdruck entsprechende ($\frac{1}{1000}$ Atmosphäre) Luftverdünnung hervor.

Schliesslich wollen wir noch erwähnen, dass der Erfinder auch an seinem Apparat eine Vorrichtung zum Messen der ein- oder ausgeathmeten Luft anzubringen gedenkt, die darin bestehen soll, dass an je einer der Rollen, an welchen die Glocken aufgehängt sind, lange Zeiger angebracht werden, deren Enden an getheilte Gradbögen entlang gleiten, an denen die Theilstriche mit der Anzahl der aus- oder einströmenden Liter Luft korrespondiren.

Schnitzler's Respirationsapparate.

J. Schnitzler konstruirte zwei Apparate: einen einfachen „Respirationsapparat“ und neuestens „einen kontinuierlich wirkenden Doppelapparat“.

Der einfache „Respirationsapparat“ ist als eine recht gute Modifikation des Waldenburg'schen Apparates zu betrachten und ebenfalls nach den Principien des Hutchinson'schen Spirometers angefertigt. Er unterscheidet sich vom Waldenburg'schen Apparat dadurch, dass er etwas länger ist, aber einen kleineren Durchmesser hat; dass der innere Cylinder nicht an Leitstangen oberhalb des äusseren läuft, sondern in Leitschienen, welche im äusseren Cylinder angebracht sind; dass die Gewichte bequemer angebracht sind; dass der Athmungsschlauch nicht vom oberen Deckel des inneren Cylinders ausgeht, sondern vom unteren Theil des äusseren und sich von da nach dem inneren fortsetzt; dass zu ihm Vorrichtungen zur Untersuchung der Ausathmungsluft und zur Zuführung von Gasen zur Athmungsluft gehören; dass er nicht allein als Spirometer verwendet werden kann, sondern dass sein Manometer auch als Pneumatometer zu

gebrauchen ist; dass der innere Cylinder äquilibrirt ist. Die exakte und konstante Druckwirkung theilt er mit dem Waldenburg'schen, wie auch, dass er zum intermittirenden Gebrauch komprimirter und verdünnter Luft dient.

Nach Schnitzler's Beschreibung besteht der einfache „Respirationsapparat“ (Fig. 13 und 14) im Wesentlichen: aus

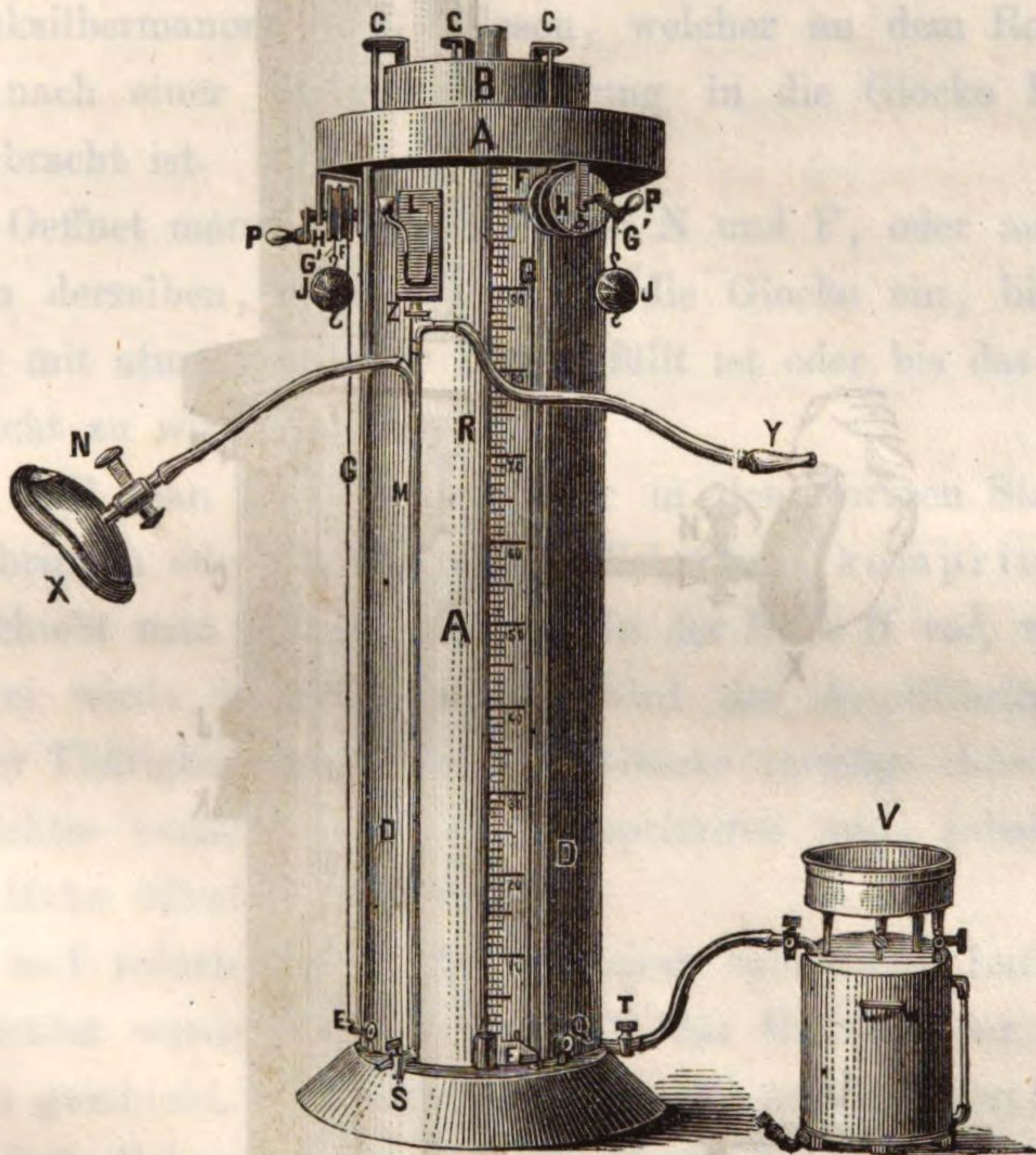


Fig. 13.

einem cylindrischen Blechgefäss A, welches unten auf breiter Basis steht und oben erweitert ist, um das Ueberlaufen des Wassers zu verhindern, und aus der in dasselbe eingesenkten Glocke B, an welcher 3 Leitstangen C befestigt sind. Zur sicheren und besseren Führung sind letztere in die an der Aussenseite des Gefässes A angebrachten Leitschienen D ein-

geschoben. Am unteren Ende jeder Leitstange ist eine Oese E angebracht, in welcher die auf der Rolle F aufgewundene Schnur G eingehängt ist. Gemeinschaftlich mit dieser Rolle steckt an derselben Axe eine zweite H, an welcher mittelst

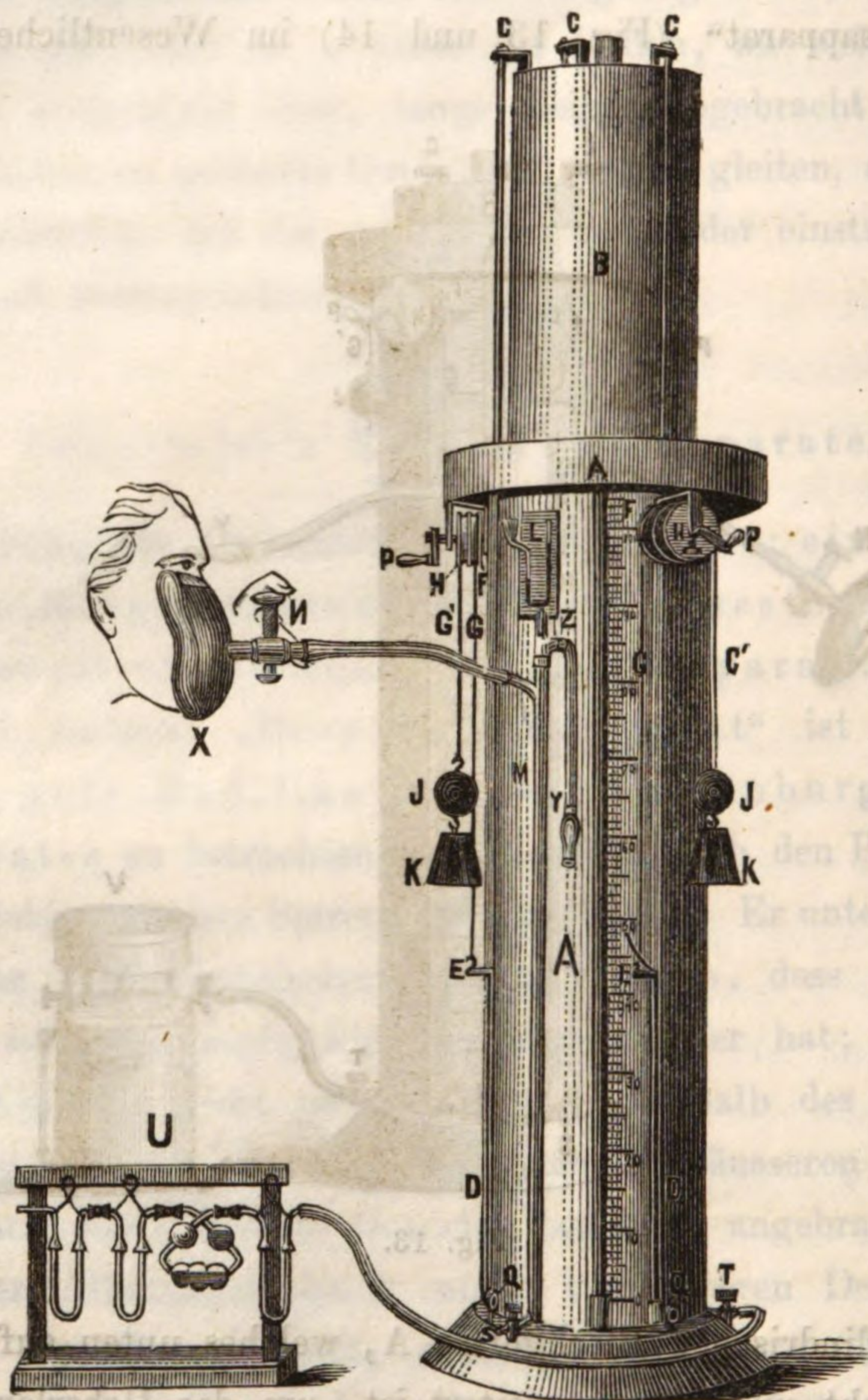


Fig. 14.

einer zweiten Schnur das Aequilibrirgewicht J befestigt ist. Die Rolle H sitzt fest an der Axe, die Rolle F wird an ihr durch einen Stift fixirt, wodurch die Kraft, die an der

Schnur der einen Rolle wirkt, auf die der anderen übertragen werden kann.

Wird nun der äussere Cylinder bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllt und sodann an das Aequilibrirgewicht J ein Uebergewicht K angehängt, so wird die Glocke B gehoben und die eingeschlossene Luft verdünnt.

Den Grad der Verdünnung kann man an einem offenen Quecksilbermanometer L ablesen, welcher an dem Rohre M, das nach einer zweifachen Biegung in die Glocke B ragt, angebracht ist.

Oeffnet man die beiden Hähne N und F, oder auch nur einen derselben, so tritt Luft in die Glocke ein, bis diese ganz mit atmosphärischer Luft gefüllt ist oder bis das Uebergewicht zu wirken aufhört.

Will man die Glocke wieder in den vorigen Stand zurückbringen oder die darin befindliche Luft komprimiren, so schiebt man einfach den Stift in der Rolle H vor, wodurch F frei wird; in Folge dessen wird das Aequilibrirgewicht ausser Thätigkeit gesetzt und die Glocke vermöge ihres Eigengewichtes zunächst die Luft komprimiren und, sobald man den Hahn öffnet, herabsinken.

Soll jedoch die in dem Apparat befindliche Luft mehr verdichtet werden, als dies durch das Gewicht der Glocke allein geschieht, so braucht man nur die an der losen Rolle F befestigte Schnur über die Rolle Q am Fusse des Apparates zu legen, das Gewicht aufzuziehen und den Stift in der Rolle H zurückzuschieben, wodurch sich der frühere Zug nach aufwärts in den entgegengesetzten umwandelt.

Ist die Glocke ganz herabgesunken und will man Luft in dieselbe einsaugen, so zieht man das Aequilibrirgewicht mit der Kurbel P wieder auf, verbindet abermals die während des Aufziehens der Kurbel gelockerten beiden Rollen und hängt

dann das, der gewünschten Luftverdünnung entsprechende, Uebergewicht K an.

Um die Quantität der eingetretenen oder entwichenen Luft messen zu können, ist an einer der Leitstangen ein Zeiger angebracht, der an einer Centimetertheilung zeigt, um wie viel die Glocke gestiegen oder gesunken ist.

Soll die in der Glocke befindliche Luft analysirt oder sollen in dieselbe Gase eingeleitet werden, so hat man die betreffenden Vorrichtungen bloss mit dem Hahne T zu verbinden, wie dies durch die Apparate U und V versinnlicht ist.

Um den jeweiligen Stand des Wassers im Apparate zu kennen, ist an diesem ein Wasserstandrohr R angebracht, das mit einer Centimetertheilung versehen ist. Ein Hahn S daneben dient zum Entleeren des Apparates.

Der ganze Apparat hat eine Höhe von 120 Centimeter, der äussere Cylinder einen Durchmesser von 28, der innere einen solchen von 25,25 Centimeter.

Der Apparat kostet 75 fl. österr. W. = 150 Reichsmark und ist zu beziehen durch den k. k. Hofmechaniker W. J. Hauck, Wien, Wieden Kettenbrückengasse 20.

Druckwirkung. Die Oberfläche der Glocke ($= r^2 \pi = 12,625 \times 12,625 \times 3,14$) beträgt 500,486, in runder Zahl somit ungefähr 500 Centimeter.

Das Gewicht einer Atmosphäre auf 1 □ Centimet. beträgt 1033 Gramm. Dies giebt bei diesem Apparat $1033 \times 500 = 516,5$ Kilo. Der Rundheit der Zahl wegen hat Schnitzler den Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche des Apparates mit 500 Kilo = 1000 Zollpfund angenommen, woraus sich dann der Druck jedes einzelnen angebrachten Gewichtes mit Leichtigkeit berechnen lässt.

Es entsprechen beim Schnitzler'schen Apparat

1000 Pfund	= 1	Atmosphärendruck	= 760	Millimet.	Quecksilber
100	" = $\frac{1}{10}$	"	= 76,0	"	"
50	" = $\frac{1}{20}$	"	= 38,0	"	"
40	" = $\frac{1}{25}$	"	= 30,4	"	"
30	" = $\frac{3}{100}$	"	= 22,8	"	"
20	" = $\frac{1}{50}$	"	= 15,2	"	"
10	" = $\frac{1}{100}$	"	= 7,6	"	"
1	" = $\frac{1}{1000}$	"	= 0,76	"	"

Durch Vermehrung und Verminderung der Gewichte kann somit sowohl der positive wie negative Luftdruck nach Belieben gesteigert und verringert werden und es bleibt während der ganzen Gebrauchszeit der Druck gleichmässig derselbe, wie das Manometer am Apparate nachweist.

Bei der Kompression der Luft muss die Schwere der Glocke mit in Rechnung gebracht werden. Dieselbe wiegt 20 Pfund und ihre Schwere allein bringt demnach schon $\frac{1}{50}$ Atmosphärendruck hervor.

Um das Manometer des Apparates auch als Pneumatometer verwenden zu können, hat Schnitzler eine Vorrichtung angebracht. Am Manometer befindet sich ein Hahn Z, durch dessen Drehung die Kommunikation mit der Glocke aufgehoben, dagegen jene mit der äusseren Luft bewerkstelligt wird. An dem Zapfen, der nach Aussen kommuniziert, ist ein dünner Kautschukschlauch mit Mundstück Y oder Maske X angebracht. Wird nun durch Drehung des Hahnes die Kommunikation anstatt mit der Glocke mit der äusseren Luft herbeigeführt, so kann das Manometer als Pneumatometer verwendet werden.

Als Spirometer lässt sich der Apparat verwenden, wenn die Glocke bis auf den Boden gesenkt ist, hierauf derselbe bis zu einer gewissen Höhe (am besten etwas über 100 Centimet. hoch) mit Wasser gefüllt wird und die Hähne N und T, die während des Hinabsenkens der Glocke und der Füllung des Gefässes offen waren, geschlossen werden. Da

der Cylinder äquilibrirt ist, braucht man nur in den Apparat hinein zu athmen oder, wenn man ihn mit Luft gefüllt hat, aus ihm zu inspiriren, um die vitale Lungenkapazität kennen zu lernen. Da jeder Centimeter, um den die Glocke steigt oder sinkt, 500 Kubikcentimeter Luft entspricht, so lässt sich durch Multiplikation der gehobenen und gesenkten Centimeter mit 500 die vitale Lungenkapazität berechnen.

Der Athmungsschlauch des Apparates, der zum Ein- und Ausathmen dient, ist von Kautschuk, 40—50 Centimet. lang und etwas über 1 Centimet. weit. Am vorderen Ende desselben ist ein Schieberventil mit einem Mundstück, das man auch mit einer Maske vertauschen kann. Die Maske ist von Hartkautschuk und an den Rändern mit einem guten Luftpolster versehen, das einen dichten Anschluss an das Gesicht ermöglicht. Die Mundstücke sind von Hartkautschuk, Elfenbein, Glas, Meerschäum etc. Mundstücke müssen beim Athmen recht tief in die Mundhöhle (1—2 Centimet.) eingeführt werden, man darf sie nicht, wie es so oft geschieht, bloss mit den Lippen halten, sondern mit denselben fest umschliessen. Beim Athmen kann man das Mundstück oder die Maske fortwährend im Mund resp. am Gesicht lassen und durch dieselben die volle Respiration ausführen; also aus dem Apparat einathmen und durch das Mundstück resp. die Maske in die Atmosphäre ausathmen, und umgekehrt. Das Ventil verbindet die Luftströmung je nach dem Drucke bald mit dem Apparat, bald mit der Atmosphäre. Dasselbe gilt auch von den meisten anderen Apparaten, wenn auch die Ventil- event. Hahnovorrichtungen anderer Art sind. Ueber die Anwendungsart ist schon bei Beschreibung des Apparates gesprochen. Kurz repetirt sei noch, dass das Gewicht des Cylinders mit 20 Pfund, wenn man, wie nöthig, die Aequilibrirungsgewichte bei der zu vollführenden Luft-

kompression abnimmt, als $\pm \frac{1}{50}$ Atmosphärendruck wirkt. Kleinere Drucke erhält man, wenn man die genannten Gewichte nicht ganz abnimmt; nimmt man nur 10 Pfund ab, dann hat man z. B. ein $\pm \frac{1}{100}$ Atmosphärendruck. Da man selten therapeutisch die Luftkompression über $\frac{1}{50}$ Atmosphäre ausdehnt, so genügt diese Druckregulirung. Will man höhere Drucke, so muss man, wie bei der Beschreibung des Apparates angegeben, verfahren. Die Luftverdünnung wird, wie wir an gleicher Stelle schon mittheilten, gewonnen, wenn man die gesenkte, entleerte Glocke durch die Hähne von der Kommunikation nach Aussen abschliesst und an die Aequilibrirgewichte neue Gewichte nach der vorigen Tabelle anhängt.

Der neue kontinuierlich wirkende Respirationsapparat (Fig. 15) von J. Schnitzler ist ein Doppelapparat. Derselbe ist keineswegs deshalb konstruirt, um die alternirende Athmungsmethode zu ermöglichen — denn von dieser hält Schnitzler, wie wir später sehen, nicht mehr als von der intermittirenden —, sondern der Apparat soll ununterbrochen während einer ganzen Sitzungsdauer wirken, sei es mit komprimirter, sei es mit verdünnter Luft. Bei den übrigen Apparaten, ausser den anderen Doppelapparaten, ist stets nach Verbrauch eines Cylinders eine neue Füllung oder Entleerung nöthig, da eine Sitzungsdauer meist für mehr als 20—30 Athemzüge angeordnet wird. Diese Unterbrechung verhütet der Doppelapparat, er wirkt kontinuierlich. Man kann also mit ihm

- 1) ununterbrochen komprimirte Luft einathmen (resp. in solche ausathmen),
- 2) ununterbrochen in verdünnte Luft ausathmen (resp. solche einathmen),
- 3) komprimirte Luft einathmen und darauf in verdünnte Luft ausathmen (alternirende Athmung),

4) intermittierend komprimirte und verdünnte Luft athmen,
5) die pneumatometrischen und spirometrischen Werthe bestimmen, d. h. den Apparat als Spirometer und Pneumato-
meter benutzen.

Ursprünglich konstruirte man Doppelapparate (v. Cube) mit der Absicht, die alternirende Athmung zu ermöglichen,

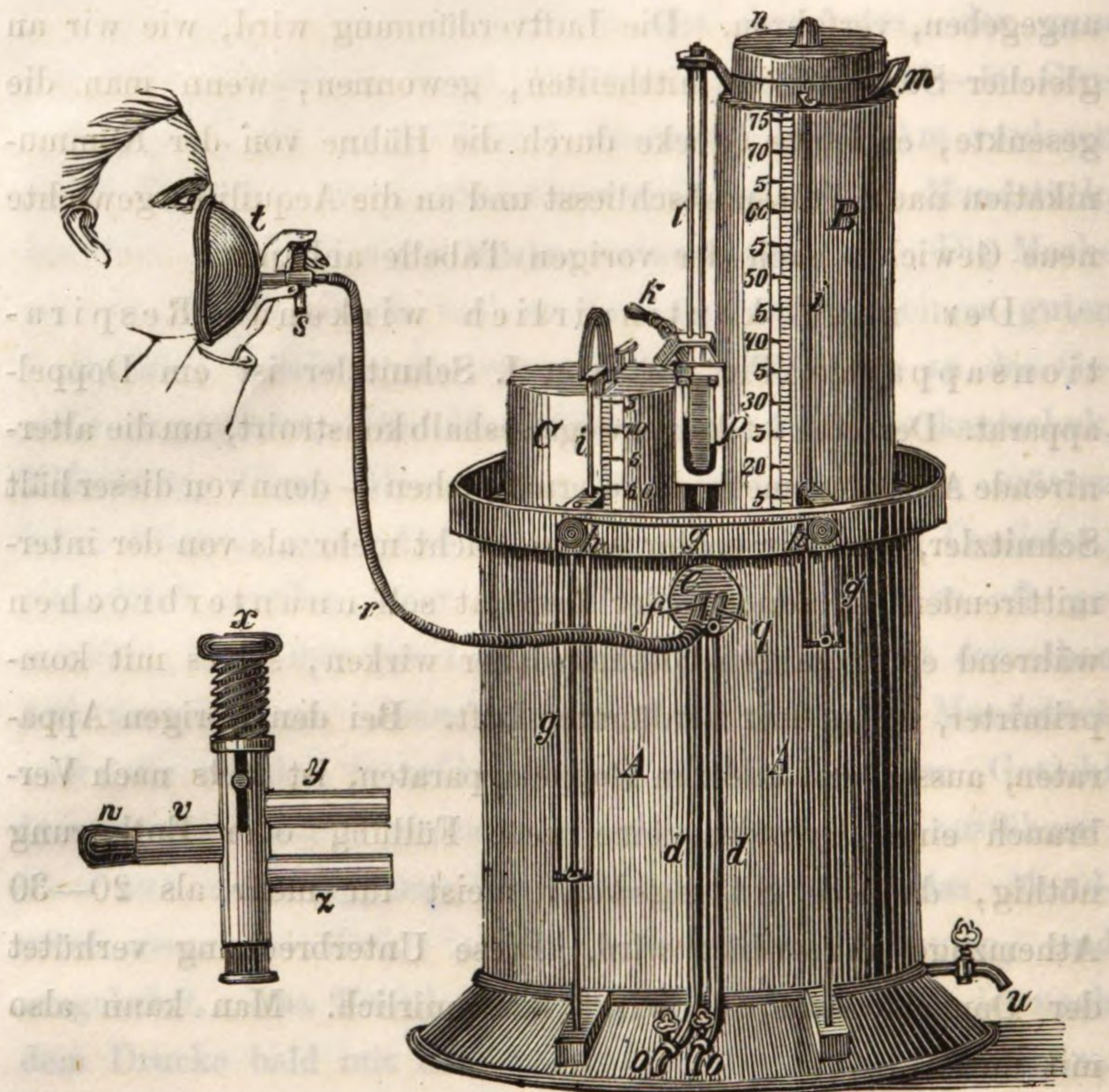


Fig. 15.

Weil jedoch verband, wie wir demnächst sehen werden, aus gleichem Grunde wie Schnitzler, der kontinuierlichen Wirkung wegen, zwei Waldenburg'sche Apparate schon vorher d. h. vor Schnitzler. Die Doppelapparate für den Zweck, kontinuier-

liche Athmung zu ermöglichen, sind eine Bequemlichkeit, welche man acceptiren kann, besonders insofern als der Preis eines Schnitzler'schen Doppelapparates sich nur auf 75 fl. ö. W. = 150 Reichsmark stellt, also nicht mehr beträgt als ein einfacher Schnitzler'scher oder Waldenburg'scher Apparat. Bedenkt man jedoch, dass der Kranke nach einer Anzahl von 15—20—30 Athemzügen aber überhaupt etwas von der künstlichen Athmung ausruhen muss, bevor er sein Pensum erfüllt hat, so schwindet der Werth einer kontinuierlichen Wirkung einigermaassen. Denn die Füllung oder Entleerung des einfachen Apparates kann in der Pause geschehen und stört die Ruhe nicht weiter. (Den Apparat liefert der k. k. Hofmechaniker Hauk in Wien, Wieden, Kettenbrückenstrasse 20.)

Die Konstruktion und Anwendungsart ist nach dem Original folgende. Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem ovalen, 75 Centimet. hohen, 54 Centimet. langen und 27 Centimet. weiten, oben offenen und unten geschlossenen Blechgefässe A, in dem sich 2 Cylinder, B und C, ebenfalls aus Blech befinden, die oben geschlossen und unten offen sind, und die bei einer Höhe von 75 Centimet. einen Durchmesser von 25,25 Centimet. haben. Aus den Deckeln der beiden Cylinder ragt je eine 5 Centimet. hohe und 2,5 Centimet. weite Kuppel hervor. (Als unwesentlich sei hier noch erwähnt, dass das äussere Gefäss oben mit einer 5 Centimet. hervorragenden und 5 Centimet. hohen Erweiterung und mit einem fast ebenso breiten, nur etwas geschweiften Fusse versehen ist.) Durch die Mitte der beiden Cylinder gehen zwei etwas über 2 Centimet. weite Röhren d d, die nach oben bis zur Spitze der Kuppel reichen, sodann am Boden des äusseren Gefässes hervortretend, sich hier nach zweimaliger rechtwinkliger Biegung in den Bohrungen einer in der Mitte der vorderen langen Wand angelötheten Messingplatte auslaufen,

die einen Theil des für die Thätigkeit des Apparates höchst wichtigen Scheibenhahnes e bildet. Dieser Scheibenhahn besteht aus zwei kreisförmigen, genau aufeinander geschliffenen Messingplatten, von denen die innere an dem Apparat festgelöthet ist und die äussere sich um einen etwa 5 Centimet. langen, 1 Centimet. weiten, durchbohrten Zapfen f dreht. Zur Seite dieses Zapfens, den man als mittleres Rohr oder auch als Athmungsrohr bezeichnen kann, befindet sich ein zweites etwas kürzeres, ebenso weites — seitliches — Rohr q. — Rechts und links von dem mittleren Rohre befinden sich die Mündungen der aus den Cylindern kommenden Röhren. Sowohl in der äusseren drehbaren als der inneren festgelötheten Scheibe sind Bohrungen der Art angebracht, dass die beiden Röhren f und q, je nach der Drehung der Scheibe, mit dem einen oder anderen Cylinder communiciren, und zwar communicirt das mittlere Rohr f stets mit jener Glocke, welcher es zugewendet ist, das seitliche Rohr q mit jener Glocke, welcher es durch die Drehung näher gebracht wird. Die Drehung selbst wird am besten durch Anfassen und Anziehen des hervorstehenden seitlichen Rohres bewerkstelligt.

Auf dem mittleren Rohre f ist ein Gummischlauch r von etwa 75 Centimet. Länge und 1 Centimet. Weite angebracht, der an seinem vorderen Ende mit einem ähnlichen Schieberventil nebst Mundstück und Gesichtsmaske versehen ist, wie solches bei dem ersten Respirationsapparate beschrieben ist.

Die beiden Cylinder sind durch Schnüre g, welche über je 2 an den Breitenseiten des äusseren Gefässes angebrachten Rollen h laufen, der Art mit einander verbunden, dass sie sich stets das Gleichgewicht halten, in Folge dessen der eine jedesmal um so viel steigen muss, um wie viel der andere sinkt und umgekehrt, so dass der eine der beiden Cylinder immer den höchsten Stand erreicht, wenn der andere am

tiefsten steht. Durch Leitstangen i, welche an der Seite der Cylinder angebracht sind, werden diese beim Auf- und Niedersteigen unterstützt.

An der hinteren Seite des Apparates befindet sich eine Kurbel k, mit deren Hilfe zwei daselbst angebrachte Eisenstangen l, die an ihrem oberen Ende eine Schale m zur Aufnahme der Gewichte n tragen, nicht allein mit Leichtigkeit auf und nieder bewegt, sondern auch die Schale sammt den Gewichten ohne jede Schwierigkeit auf den einen oder anderen Cylinder gebracht werden kann. Die Schale, welche zur Aufnahme der Gewichte bestimmt ist, besteht aus einer etwa $2\frac{1}{2}$ Centimet. dicken, 5 Kilo schweren ringförmigen Eisenplatte, die in der Mitte durchbohrt ist und an der Seite einen Henkel besitzt. Die Ringform der Schale war nothwendig, damit diese auf die Kuppel, beziehungsweise auf die Cylinder gut passe. Aus demselben Grunde wurde auch den übrigen bei dem Apparat zu verwendenden Gewichten die Form von ringförmigen Platten gegeben; sie sind aus Gusseisen und haben ein Gewicht von 1—5 Kilo. — Das scheinbar grosse Gewicht der Schale selbst bietet den Vortheil, dass für Fälle, wo keine allzu grosse Belastung erwünscht ist, die Schale allein eine genügende Kompression auszuüben im Stande ist und weitere Gewichte gar nicht nothwendig werden.

Die Handhabung des Apparates ist die folgende:

Nachdem die beiden Cylinder durch die über die Rollen laufenden Schnüre der Art in Verbindung gesetzt sind, dass der eine derselben den Boden des Behälters, der andere seinen höchsten Stand erreicht hat, wobei dieser jenen um 65 Centimeter überragt, wird das äussere ovale Gefäss mit Wasser gefüllt, und zwar um beim Gebrauche des Apparates dem Eintreten des Wassers in die Luftröhren der Cylinder vorzubeugen, bloss etwas über 65 Centimet. hoch, so dass der obenstehende

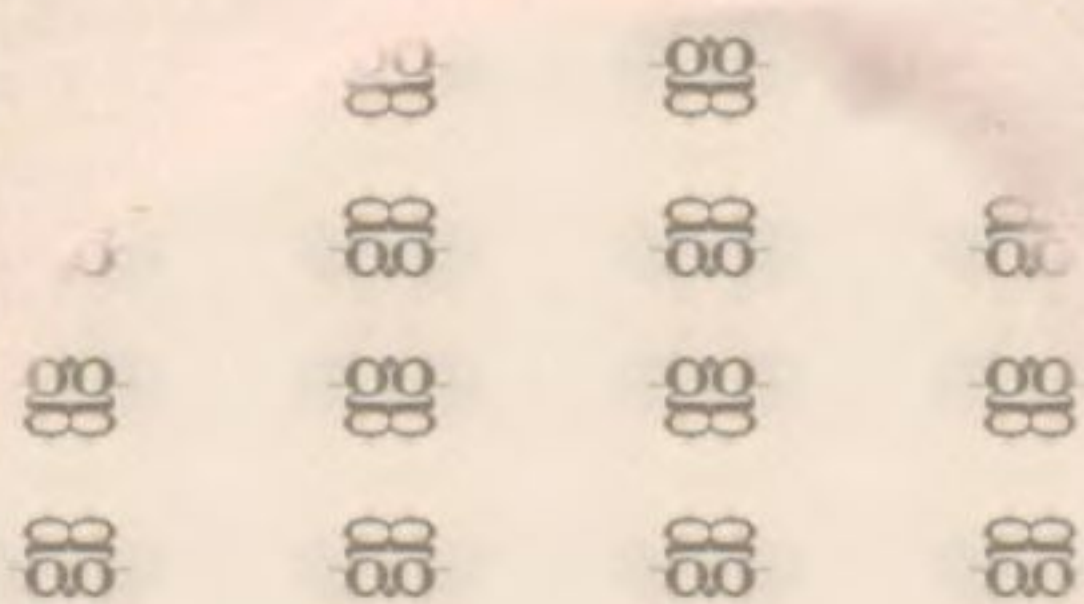
Cylinder mit seinem unteren Ende die Wasserfläche nur gewissermaassen streift.

Nun werden die beiden am Fusse des Wasserbehälters angebrachten Hähne o, die beim Einfüllen des Apparates offen waren, geschlossen, sodann wird die Schale mittelst der Kurbel hinaufgehoben und mittelst einer leichten Drehung auf den einen der beiden Cylinder gelegt. Der Cylinder B, auf welchen die Schale gelegt wurde, wird nun entsprechend der Schwere derselben sinken, gleichzeitig wird aber auch der andere Cylinder C um ebenso viel in die Höhe steigen, dadurch wird in der Glocke B die Luft verdichtet, in der Glocke C die Luft verdünnt werden. Man hat somit in der einen Glocke verdichtete und in der andern verdünnte Luft. Ein mittelst des Scheibenhahnes auch mit den Glocken communicirender Manometer p zeigt den Grad der Verdichtung, beziehungsweise der Verdünnung der Luft an.

Wie schon früher erwähnt, communicirt das den Athmungsschlauch tragende mittlere Rohr, je nach der Stellung der beweglichen Scheibe, mit dem einen oder andern Cylinder. Es kann somit ganz nach Bedarf verdichtete oder verdünnte Luft zum Athmen benutzt werden.

Ist z. B., wie in der beigegebenen Zeichnung, das seitliche Rohr q der oben befindlichen, die Gewichte tragenden und somit verdichtete Luft enthaltenden Glocke B zugekehrt, so communicirt das Athmungsrohr mit der andern, unten befindlichen, verdünnte Luft enthaltenden Glocke C. Bei dieser Position wird der Apparat zum Ausathmen in verdünnte Luft angewandt.

Dreht man jetzt den Scheibenhahn um 180°, so wird das seitliche Rohr der verdünnte Luft enthaltenden Glocke C näher gestellt, das mittlere Rohr der verdichtete Luft einschliessenden Glocke B zugekehrt, und somit communicirt der Athmungs-



schlauch mit der verdichteten Luft. Bei dieser Position wird der Apparat zum Einathmen verdichteter Luft angewandt.

Durch eine Drehung des Scheibenhahnes um 90°, wodurch das seitliche Rohr nach oben zu stehen kommt, wird die Kommunikation mit den Cylindern ganz aufgehoben und nur eine solche mit dem Manometer hergestellt, in welchem Momente der Apparat zugleich als Pneumatometer benützt werden kann.

Der Grad der Verdichtung, beziehungsweise Verdünnung der Luft, lässt sich in derselben leichten Weise berechnen, wie bei dem ersten Apparate, und da für die Cylinder auch dieselben Dimensionen (25,25 Centimet. im Durchmesser) beibehalten worden sind, so gilt hier auch das dort Gesagte.

Der Apparat wird in folgender Weise angewendet:

Nachdem das äussere Gefäss A bis zur früher angegebenen Höhe mit Wasser gefüllt ist und die beiden Cylinder B und C in der oben beschriebenen Art in Stand gesetzt sind, wird die Schale m mit den nöthigen Gewichten n auf den oben befindlichen Cylinder B gelegt, und sodann, wenn dies nicht schon früher geschehen ist, der Scheibenhahn e richtig gestellt, d. h. das mittlere Rohr jener Glocke zugewendet, welche zum Athmen gebraucht werden soll. Sind die Glocken einmal in Gleichgewichtslage, so verbleiben sie immer in dieser Stellung. Das Wasser im Behälter muss jedoch öfter erneuert werden. Zum Entleeren des Wassers ist an der Seite des äusseren Gefässes ein Hahn u angebracht.

Will man den Kranken verdichtete Luft einathmen lassen, so wird der Scheibenhahn so gedreht, dass das mittlere Rohr f der oben befindlichen mit Gewichten belasteten Glocke zugewendet erscheint (also nicht wie in der S. 140 befindlichen Zeichnung, wo das mittlere Rohr mit der verdünnten Luft communicirt), während das seitliche Rohr q der unten befind-

lichen Glocke zugekehrt ist. — Nun nimmt der Patient, der vor dem Apparat sitzen oder stehen kann, das Mundstück des Athmungsschlauches r in den Mund oder aber hält die Maske möglichst luftdicht über Mund und Nase und athmet, nachdem er den Schieber s mittelst Fingerdruckes niedergedrückt hat, möglichst tief ein, wobei die komprimirte Luft mit einem der Belastung der Glocke entsprechenden Drucke in die Luftwege eindringt. Beim darauf folgenden Ausathmen in die umgebende Atmosphäre kann sodann jedesmal Mundstück und Maske entfernt werden, oder aber durch Auslassen des Schiebers, wobei dieser von selbst in die Höhe schnellt, die Kommunikation der Athmungsorgane mit der umgebenden Atmosphäre bewerkstelligt werden. Da jedoch die Kranken nur selten geschickt genug sind, letzteres gut zu treffen, ist erstere Procedur vorzuziehen, d. h. nur während des Ausathmens aus der Glocke Mundstück oder Maske zu benützen, diese beiden jedoch beim Ausathmen in die umgebende Atmosphäre zu entfernen. Die Konstruktion des Schieberventils, sowie die Art und Weise, wie Mundstück und Gesichtsmaske verwendet, und welche Vorsichtsmaassregeln gebraucht werden, kann nun vorausgesetzt werden.

Indem die komprimirte Luft mit jedem Athemzuge mit dem der Belastung der Glocke entsprechenden Drucke in die Lungen eintritt, sinkt selbstverständlich die Glocke entsprechend der Menge der ausgetretenen Luft. Aber in demselben Maasse, wie die obere Glocke sinkt, muss in Folge ihrer Verbindung die untere Glocke steigen, indem sie zugleich mittelst des seitlichen Rohres Luft aus der umgebenden Atmosphäre einsaugt, so dass die Glocke C in dem Momente den höchsten Stand erreicht, wo die Glocke B auf dem Boden des Behälters angelangt ist. Dazu reichen durchschnittlich 10—20 Athemzüge aus.

Ist nun die Glocke B unten, die Glocke C oben angelangt, so wird der Scheibenhahn um 180° gedreht, dadurch communicirt jetzt das mittlere Rohr abermals mit der oben befindlichen, das seitliche Rohr mit der unten befindlichen Glocke, und nun wird mittelst der Kurbel k die Schale mit den Gewichten auf die obere Glocke gelegt und kann der Patient jetzt aus dieser wieder verdichtete Luft einathmen, bis abermals diese Glocke auf den Boden gesunken und die andere in die Höhe gekommen, worauf die frühere Procedur wiederholt wird, so oft es eben der Arzt für nothwendig hält. Das Drehen des Scheibenhahnes und das Hinauf- und Hinüberlegen der Schale mit den Gewichten von einem auf den anderen Cylinder kann bei nur einiger Uebung mit grosser Leichtigkeit vollführt werden. Es ist hierbei zweckmässig, während die Kurbel mit der rechten Hand gedreht wird, mit der linken Hand den Henkel der Schale zu fassen, damit einerseits die Stangen durch die Last der Gewichte nicht verbogen, andererseits die Schale, sobald sie oben angelangt, mit Leichtigkeit auf den Cylinder hinüber gedreht werden kann.

Will man den Kranken in verdünnte Luft ausathmen lassen, so wird der Scheibenhahn so gestellt, dass das mittlere Rohr f dem unten befindlichen, verdünnte Luft enthaltenden Cylinder zugekehrt ist, während jetzt das seitliche Rohr q mit dem oben befindlichen Cylinder communicirt — genau wie in der S. 140 gegebenen Zeichnung. Nun nimmt der Patient, ähnlich wie früher angegeben, das Mundstück des Athmungsschlauches r in den Mund oder legt die Maske t vor Mund und Nase möglichst luftdicht an und athmet, nachdem er den Schieber s mittelst Fingerdruckes niedergedrückt hat, thunlichst kräftig aus; beim darauffolgenden Einathmen kann sodann jedesmal Mundstück und Maske entfernt werden, oder aber durch Auslassen des Schiebers — wobei dieser von selbst

in die Höhe schnell — die Kommunikation der Athmungsorgane mit der umgebenden Atmosphäre bewerkstelligt werden. Auch hier ist es zweckmässiger, Mundstück und Maske nur während des Ausathmens in die verdünnte Luft der Glocke zu benutzen, dagegen diese beim Einathmen aus der Atmosphäre wieder zu entfernen.

Bei jedesmaligem Ausathmen in die verdünnte Luft der Glocke C wird diese die Luft aus der Lunge des Kranken entsprechend dem Grade der Verdünnung ansaugen. Dabei steigt selbstverständlich die Glocke entsprechend der Menge der ausgeathmeten Luft in die Höhe; aber in demselben Maasse, wie die Glocke C steigt, wird die Glocke B sinken, indem zugleich die Luft durch das seitliche Rohr entweicht, so dass die Glocke B in demselben Momente am Boden des äusseren Gefässes anlangt, wo C den höchsten Stand erreicht hat. 5—10 Expirationen reichen dazu gewöhnlich aus. Ist die Glocke B nun unten, die Glocke C oben, so wird der Scheibenhahn um 180° gedreht, in Folge dessen communicirt jetzt abermals der unten befindliche Cylinder mit dem mittleren Rohr, der oben befindliche mit dem seitlichen Rohr, und nun wird mittelst der Kurbel die Schale mit den Gewichten auf die andere Glocke gelegt und der Patient kann jetzt wieder in die verdünnte Luft ausathmen etc. etc.

Will man den Kranken jedesmal, nachdem er eine Glocke voll verdichteter Luft eingeathmet hat, sogleich in verdünnte Luft ausathmen lassen, braucht man nur, sobald der Cylinder unten angelangt, die Gewichte von hier weg auf den andern Cylinder zu legen; der Scheibenhahn darf in diesem Falle selbstverständlich nicht gedreht werden, da ja jetzt in dieselbe Glocke expirirt wird, aus welcher soeben verdichtete Luft inspirirt wurde. — Dass aber ohne Wechsel des Scheibenhahnes nicht aus derselben Glocke inspirirt werden darf; in welche

früher expirirt wurde, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.

Aus dieser, wenn vielleicht auch etwas minutiösen, aber für das richtige Verständniss durchaus nicht zu weitläufigen Beschreibung dürfte die Handhabung des Apparates klar genug geworden sein, so dass die mannigfachen Kombinationen, die hier möglich sind, nicht erst auseinander gesetzt zu werden brauchen. Man hat sich nur immer vor Augen zu halten, dass die beiden Röhren *f* und *q* mit jenen Cylindern communiciren, denen sie zugewendet erscheinen, und dass bei der Anwendung eines Athmungsschlauches das mittlere Rohr es ist, wo jener angebracht wird und welcher somit das eigentliche Athmungsrohr des Apparates bildet.

Anders verhält sich die Sache, wenn man nach jedem Athemzuge verdichteter Luft jedesmal in verdünnte Luft expiriren will. Für diesen Fall giebt man auch auf das seitliche Rohr *q* einen ähnlichen Gummischlauch, wie auf das mittlere Rohr, und verbindet die vorderen Oeffnungen der beiden Schläuche mit einem eigens zu diesem Zwecke konstruirten Doppelschieberventil, indem man in den einen Schlauch das Rohr *y* und in den andern das Rohr *z* einfügt. Durch das Spiel des Schiebers, indem man denselben nur bis zur Hälfte oder ganz hinabdrückt, kann man mittelst des Mundstückes *v—w* mit jeder Inspiration aus der oben befindlichen Glocke verdichtete Luft einathmen, und mit jeder Expiration in die verdünnte Luft der unteren Glocke ausathmen.

Nach Schnitzler's darauf bezüglicher Erfahrung wird jedoch dieses Doppelschieberventil von den wenigsten Kranken richtig gebraucht; sehr häufig athmen sie geradezu verkehrt, indem sie verdünnte Luft ein- und in verdichtete Luft ausathmen. Aus diesem Grunde und noch weit mehr, weil

Schnitzler sich wiederholt überzeugt hat, dass diese kombinierte Methode nicht nur überflüssig, sondern in vielen Fällen geradezu nachtheilig ist, indem die Kranken solche grosse Druckschwankungen in der Lunge selten gut vertragen, ist er von der Anwendung dieser Methode, d. h. von der Einathmung verdichteter Luft mit gleich darauf folgender Ausathmung in verdünnte Luft (der alternirenden Methode), ganz abgegangen, und wendet immer nur die intermittirende Methode an.

Der Grad der Verdichtung und Verdünnung der Luft in den beiden Glocken, sowie die Menge der ein- und ausgeathmeten Luft lässt sich in sehr einfacher Weise berechnen.

Der Durchmesser der Cylinder in dem Apparate ist, wie früher erwähnt, 25,25 Centimet.; hieraus ergibt sich zunächst, dass die Oberfläche derselben nach der bekannten Formel $r^2 \pi$ ($= 12,625 \times 12,625 \times 3,14 = 500,486$) in runder Summe 500 Centimet. macht. Jeder Centimeter, um den die Glocke steigt oder sinkt, wird somit einer $\pm$ Luftmenge von 500 Kubikcentimet. entsprechen. Nachdem weiter das Gewicht einer Atmosphäre auf 1 □ Centimet. sich mit 1033 Gramm beziffert, so giebt dies bei einer Oberfläche von 500 Centimet. ($= 1033 \times 500 = 516$) rund 500 Kilo. Es wird somit jeder Kilo Belastung $\frac{1}{500}$ Atmosphärendruck erzeugen. Indem die Schale selbst, wie früher angegeben, 5 Kilo wiegt, erzeugt schon diese allein einen Ueberdruck von $\frac{1}{100}$ Atmosphäre, gleich 7,6 Millimet. Quecksilber; jede weitere Platte wird, entsprechend ihrer Schwere, den Druck in der Glocke vermehren. — Da sich die beiden Glocken das Gleichgewicht halten, wird die nicht beschwerte jedesmal um so viel steigen, wie die andere durch die Belastung sinkt, wodurch dann auch in jener die Luft stets in demselben Grade verdünnt wird, wie in der anderen verdichtet.

Tobold's pneumatischer Apparat

ist dem Waldenburg'schen Apparat nachgebildet und gleichfalls nach dem Princip des Hutchinson'schen Spirometers konstruirt und unterscheidet sich von dem Waldenburg'schen, besonders aber Schnitzler'schen Apparat wesentlich nicht; es fehlen ihm aber: Manometer, Centimeterskala. Die Gewichte sind ähnlich wie beim Schnitzler'schen Apparat angebracht, die Druckwirkung ist eine beschränktere wie bei diesem und dem Waldenburg'schen, sie bewegt sich zwischen $\frac{1}{180}$ und $\frac{1}{36}$ Atmosphäre, da Tobold überhaupt nur für kleinere Drucke stimmt. Der Apparat hat ferner noch einen kleinen Nebenapparat für Erwärmung eventuell zu kalter Luft, ist im Ganzen viel kleiner als seine Vorfahren mit gleichen Principien und kostet auch nur 81 Mark*). Tobold wollte keinen Apparat für gleichzeitige wissenschaftliche Untersuchungen schaffen, sondern ging von der praktischen Idee aus, einen billigen, den Kranken genügenden zuverlässigen Apparat zu geben. Da der Apparat nebenbei exakt und konstant wirkt, so hat auch Tobold den Zweck, welchen er verfolgte, erreicht.

Der Tobold'sche Apparat (Fig. 16) besteht aus zwei, aus starkem Zinkblech gearbeiteten Cylindern A und B, der äussere Cylinder A, 86 Centimet. hoch, zeigt unten einen breiten Sockel l und oben einen ovalen Teller, welcher das Ueberlaufen des Wassers verhindert. Der innere Cylinder B trägt zwei eiserne Führungsstangen s s, welche in den Leitungsschienen h h des äusseren Cylinders laufen. In die unteren Enden der Führungsstangen sind zwei Hebel d d fest

*) Bei Instrumentenmacher Windler, Dorotheenstrasse 3, Berlin. Der Wärmeapparat kostet 13 Mark 50 Pf.

eingelassen, vermittelt welcher die daran befestigten und über die Rolle *r r* laufenden Schnüre den Cylinder *B* heben, wenn man Gewichte an die Haken *g g* der Aequilibrirkugeln *k k* hängt. Letztere beiden entsprechen genau der Schwere des inneren Cylinders. Der äussere Cylinder zeigt unten den Ausflusshahn (für Erneuerung des Wassers), ferner das gläserne

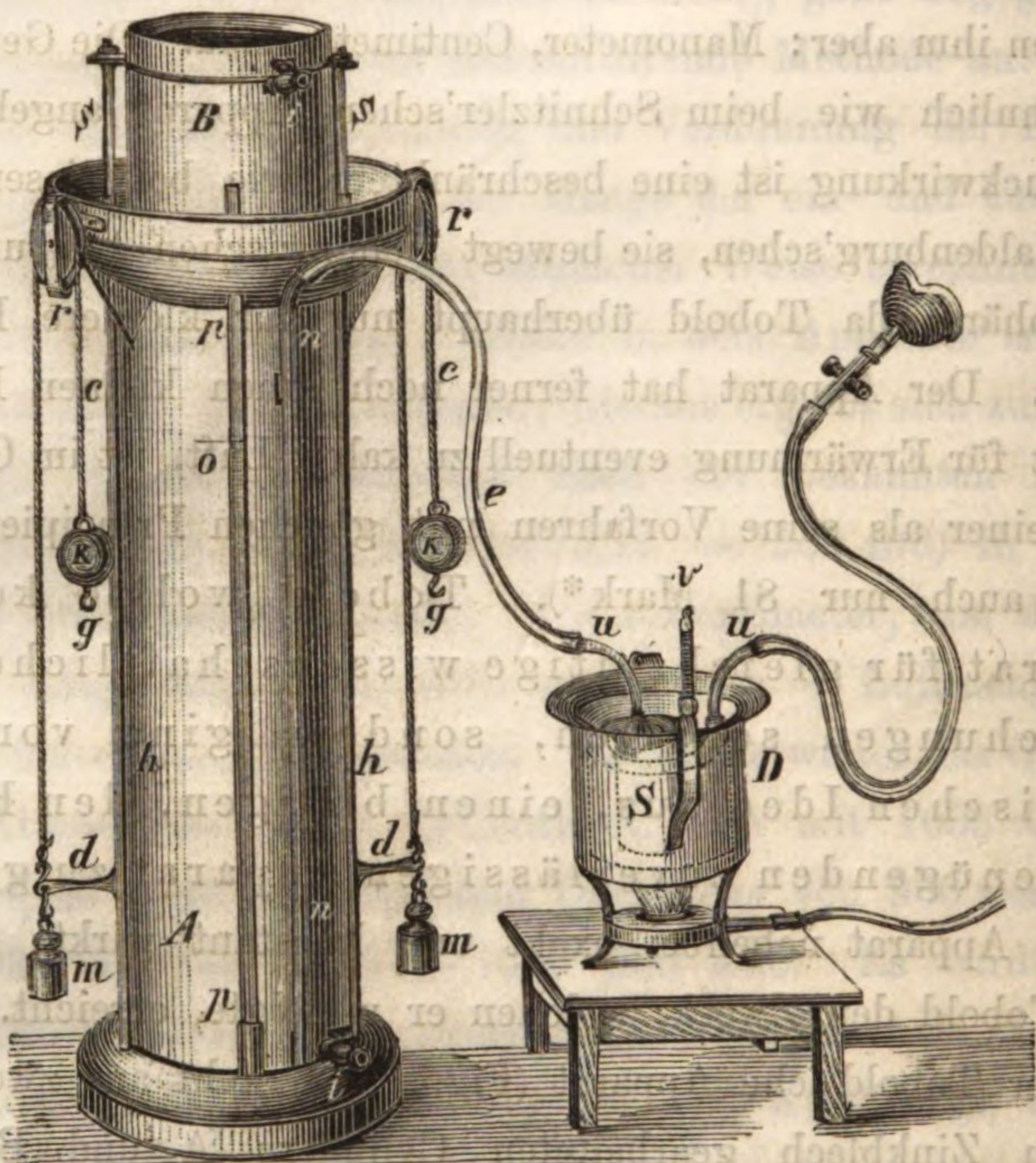


Fig. 16.

Wasserstandsrohr *p* und das Luftrohr *n*, welches, durch den Boden des Gefässes gehend, mit seiner Mündung in den inneren Cylinder hoch hineinragt.

Steht nun der innere Cylinder völlig gesenkt in dem äusseren, so füllt man diesen 70 Centimet. hoch mit Wasser bis zur bezeichneten Wasserstandshöhe *o*, nachdem man zuvor

den Hahn i geöffnet hat. Will man den Apparat dann gebrauchen, so schliesst man zunächst den Hahn wieder und hängt Gewichte an die Haken g g. Der innere Cylinder steigt dann in die Höhe und die eingeschlossene Luft wird entsprechend verdünnt.

Entgegengesetzt wird die in dem inneren Cylinder befindliche Luft verdichtet, wenn man nun die Gewichte bei g g abnimmt und dieselben entweder an die mit Haken versehenen Hebel d d hängt oder auch unmittelbar auf die Teller des Cylinders stellt. Hat der Cylinder dann durch sein Herabsinken die innen befindliche Luft ausgetrieben und soll die Luft von Neuem verdichtet angewendet werden, so entfernt man zunächst die Gewichte, öffnet den oberen Hahn i und bringt den Cylinder durch Ziehen an einem der Aequilibrirgewichte wieder in die Höhe. Diese Manipulation wird noch mehr erleichtert, wenn man auch gleichzeitig das an dem Munddrucke des Athmungsschlauches befindliche Federventil geöffnet hält.

Der Athmungsschlauch e ist 1 Met. lang und hat an seinem Ende das bereits bekannte Schnitzler'sche Schieberventil. Der Schlauch vermittelt die Verbindung zwischen Mund und Apparat beziehentlich dem Luftrohre n.

Die Druckwirkung ist wie bei dem Schnitzler'schen und Waldenburg'schen Apparat berechnet. Da der horizontale Querschnitt des Cylinders einen Kreis von 21 Centimet. Durchmesser bildet, sein Flächeninhalt daher $\frac{21^2 \pi}{4} = \text{ca. } 346,5$

Centimet. beträgt und der Druck einer Atmosphäre auf 1 Centimet. = 1033 Gramm ist, so ist der Druck der Cylinderoberfläche gleich $1033 \cdot 346,5 \text{ Gramm} = 358,9 \text{ Kilogramm}$, rund 360,0 Kilo. Daraus ergibt sich die Druckwirkung wie in folgender Tabelle.

	Atmosphärendruck.	Quecksilberdruck.	Wasserdruck.
360 Kilogramm	= 1	= 760 Millim.	= 1033 Centim.
1 "	= $\frac{1}{360}$	= 2,11 "	= 2,87 "
2 "	= $\frac{1}{180}$	= 4,22 "	= 5,74 "
3 "	= $\frac{1}{120}$	= 6,33 "	= 8,61 "
4 "	= $\frac{1}{90}$	= 8,44 "	= 11,46 "
5 "	= $\frac{1}{72}$	= 10,56 "	= 14,35 "
6 "	= $\frac{1}{60}$	= 12,67 "	= 17,22 "
7 "	= $\frac{1}{51,5}$	= 14,78 "	= 20,09 "
8 "	= $\frac{1}{45}$	= 16,89 "	= 22,96 "
9 "	= $\frac{1}{40}$	= 19,00 "	= 25,82 "
10 "	= $\frac{1}{36}$	= 21,11 "	= 28,69 "

Da das Gewicht des inneren Cylinders durch die fest angebrachten Bleikugeln ausgeglichen ist, so hat man auf dasselbe nicht weiter Rücksicht zu nehmen und die entsprechenden Gewichte nach der Tabelle anzuhängen oder aufzusetzen.

Der Wärmeapparat (S. D.) soll den Zweck haben, die aus dem Apparate ausströmende gewöhnliche Luft den Respirationswegen erwärmt zuzuführen, da manchen Kranken die kühlere komprimirte Luft Hustenreiz verursacht. Dieser kleine Wärmeapparat bildet ein Gefäss aus Weissblech D von 18 Centimeter Höhe und 20 Centimeter Durchmesser, in welchem sich bis zu $\frac{3}{4}$ seiner Höhe ein gleichfalls aus Blech in schneckenartiger Windung gearbeiteter hohler Behälter s angelöthet befindet. Derselbe trägt an seinem Anfangs- und Ausgangstheil ein Messingrohr, durch welches bei u u die Einfügung in die beiden Gummischläuche bewirkt wird. Will man nun die verdichtete Luft des pneumatischen Apparates den Luftwegen erwärmt zuführen, so füllt man den Wärmeapparat bis über die Schnecke s mit heissem Wasser und bringt dieses durch den darunter befindlichen Spiritusbrenner oder auch durch einen Gasbrenner bis zur erwünschten Temperatur. Ein Thermometer v dient zur Kontrolle der Wassertemperatur. Der Hohlraum der Schnecke befindet sich also von heissem Wasser umspült und wird die darin befind-

liche heisse Luft durch den verdichteten Luftstrom im erwärmten Zustande herausgetrieben. Hat man den Behälter mit heissem Wasser von bereits $+ 40^{\circ}$ R. gefüllt, so wird dasselbe durch die Flamme schon nach 20 Minuten auf $+ 75^{\circ}$ gebracht. Bei 6 Kilo Druck steigt ein mit seiner Quecksilberkugel vor das Lumen des Mundstückes gehaltener Thermometer, wenn er $+ 15^{\circ}$ R. Zimmertemperatur zeigt, auf $+ 25^{\circ}$ R. nach einer einmaligen Entleerung des pneumatischen Apparates. Uebrigens ist schon eine Wassertemperatur von $+ 60^{\circ}$ R. ausreichend, eine für die Respirationsorgane behagliche Luftwärme herzustellen.

Selbstverständlich lässt sich auch eine Wulff'sche Flasche für medikamentöse Beimischungen bei Einathmung komprimirter Luft am Tobold'schen Apparat einschalten.

Dass sich ferner der Tobold'sche Apparat auch ohne besondere Angaben des Autors als Spirometer benutzen lässt, ist eigentlich überflüssig besonders zu betonen.

Der Weil'sche Doppelapparat (Fig. 17)

wurde vom Erfinder nicht allein deshalb konstruirt, um die alternirende Athmungsmethode anwenden zu können, sondern schon vor dem Schnitzler'schen und aus gleichem Grunde wie dieser, um ununterbrochen komprimirte oder verdünnte Luft athmen zu können. Die Unterbrechungen nach Verbrauch des Rauminhaltes eines Waldenburg'schen Apparates durch die nöthig werdende neue Füllung oder Entleerung des Apparates, um die Athmung fortsetzen zu können, brachten Weil auf die Idee, zwei Waldenburg'sche Apparate so zu verbinden, dass während der eine Apparat durch Ausathmung in verdünnte Luft sich füllt, der andere entleert wird und verdünnte Luft bietet, oder dass während der eine von seiner

komprimirten Luft entleert wird, sich der andere füllt, um gleich darauf unter neuer Kompression wieder verwendet werden zu können. Wir haben schon bei Gelegenheit der Beschreibung des Schnitzler'schen gleichen Apparates erwähnt,

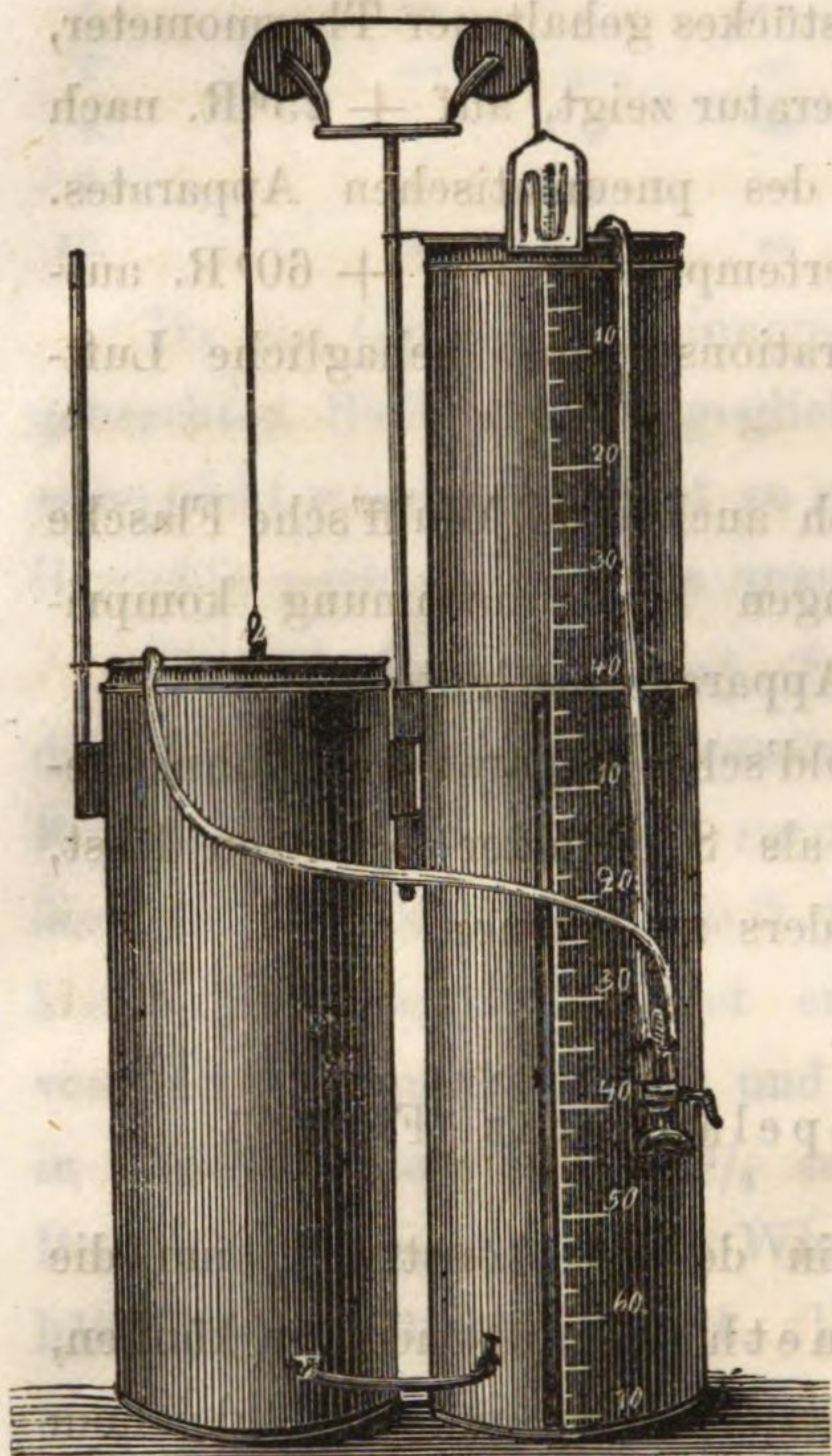


Fig. 17.

dass diese kontinuierliche Wirkung nur eine Bequemlichkeit ist, welche nicht allzu sehr in die Wagschale fällt, da nach einer gewissen Anzahl von Athemzügen mit komprimirter oder verdünnter Luft an und für sich eine kleine Pause nothwendig wird, während welcher ohne besondere Belästigung ein einfacher Apparat wieder von Neuem hergerichtet werden kann. Der Weil'sche Apparat ist billig *) und um die Hälfte kleiner als der Waldenburg'sche. Waldenburg hält für einen besonderen Nachtheil für den Fall, dass man den Apparat für die alternirende Athmung benutzen will, dass die Luftverdichtung stets denselben Grad des Druckes haben muss wie die Verdünnung im zweiten Apparat, d. h. dass, wenn der eine Apparat $\frac{1}{60}$ Atmosphäre Verdichtung giebt, der andere auch nur $\frac{1}{60}$ Atmosphäre Verdünnung geben kann. Abgesehen davon, dass dieser Umstand, der auch für den Schnitzler'schen

*) Mechanikus Messter in Berlin, Friedrichstrasse 99, liefert ihn für 90 Mark.

Apparat gilt, nicht viel wiegt, weil die alternirende Methode nicht gerade besondere Vorzüge vor der intermittirenden bietet, so würde diese Gleichmässigkeit wohl selten oder nicht störend wirken, da man bei dem kombinirten Athmungsverfahren im Ganzen wesentlich differente Drucke nicht verwendet.

Der modificirte Weil-Waldenburg'sche Apparat, dessen Konstruktion aus nebenstehender Figur ersichtlich ist, besteht aus zwei äusseren Zinkgefässen von 75 Centimet. Höhe und 25 Centimet. Durchmesser, die durch einen kurzen Gummischlauch am Boden communiciren. Zu jedem Gefäss gehört ein zweiter, etwas kleinerer Cylinder, der unten offen, oben geschlossen ist. An den äusseren Gefässen ist an jedem Behälter, an dem einen links, an dem andern rechts eine Messinghülse befestigt, die zur Aufnahme der Stange sowohl, als auch zum Zusammenhalten der Gefässe dient. Am geschlossenen Ende eines jeden inneren Cylinders befindet sich im Mittelpunkte eine Oese, woran eine Schnur befestigt wird, welche über zwei Rollen (von der mittleren Stange getragen) läuft, die dann an eben solcher Oese des zweiten Cylinders befestigt wird.

Beide äussere Gefässe werden nun bis zu einer mit „Wasserhöhe“ bezeichneten Marke gefüllt, und dann wird der erste Cylinder mit seinem offenen Ende eingesetzt, der mittelst seiner Schwere bis zum Grunde herabsinkt. Nun befestigt man die Schnur an diesem Cylinder, leitet sie über die erwähnten Rollen, befestigt sie an dem Boden des zweiten Cylinders, nachdem man denselben ebenfalls in das zweite Gefäss gestellt hat, ohne jedoch denselben heruntersinken zu lassen, so dass die Cylinder die Stellung wie in der nebenstehenden Figur einnehmen.

Setzt man nun auf den in der Höhe befindlichen Cylinder Gewichte, so sinkt dieser herunter, während der andere in

gleichem Maasse steigt. Man ist also im Stande, ununterbrochen komprimirte oder verdünnte Luft anzuwenden.

Manometer und Wasserrohr sind dieselben wie beim Waldenburg'schen Apparate.

Am Boden beider inneren Gefässe ist je ein Gummischlauch befestigt, beide Schläuche laufen in einen zweifach gebohrten Hahn aus.

Dieser Hahn steht mit einem zweiten Hahn in Verbindung, an welchem sich das Mundstück befindet. Der letztere Hahn steht mit dem ersten und mit der atmosphärischen Luft in Verbindung; während der erste Hahn mit einem Cylinder und mit dem Mundstück communicirt, steht der andere Cylinder mit der atmosphärischen Luft in Verbindung, oder umgekehrt.

Der zweifach gebohrte Hahn ist so konstruirt, dass es nur einer einmaligen Umdrehung bedarf, um den einen Cylinder steigen oder sinken zu lassen, während man mit dem Hahn des Mundstückes die Athemzüge regulirt (Fig. 18 und 19).

Ist z. B. der rechte Cylinder hoch gestellt und man benutzt die komprimirte Luft, so stellt man den doppelten Hahn

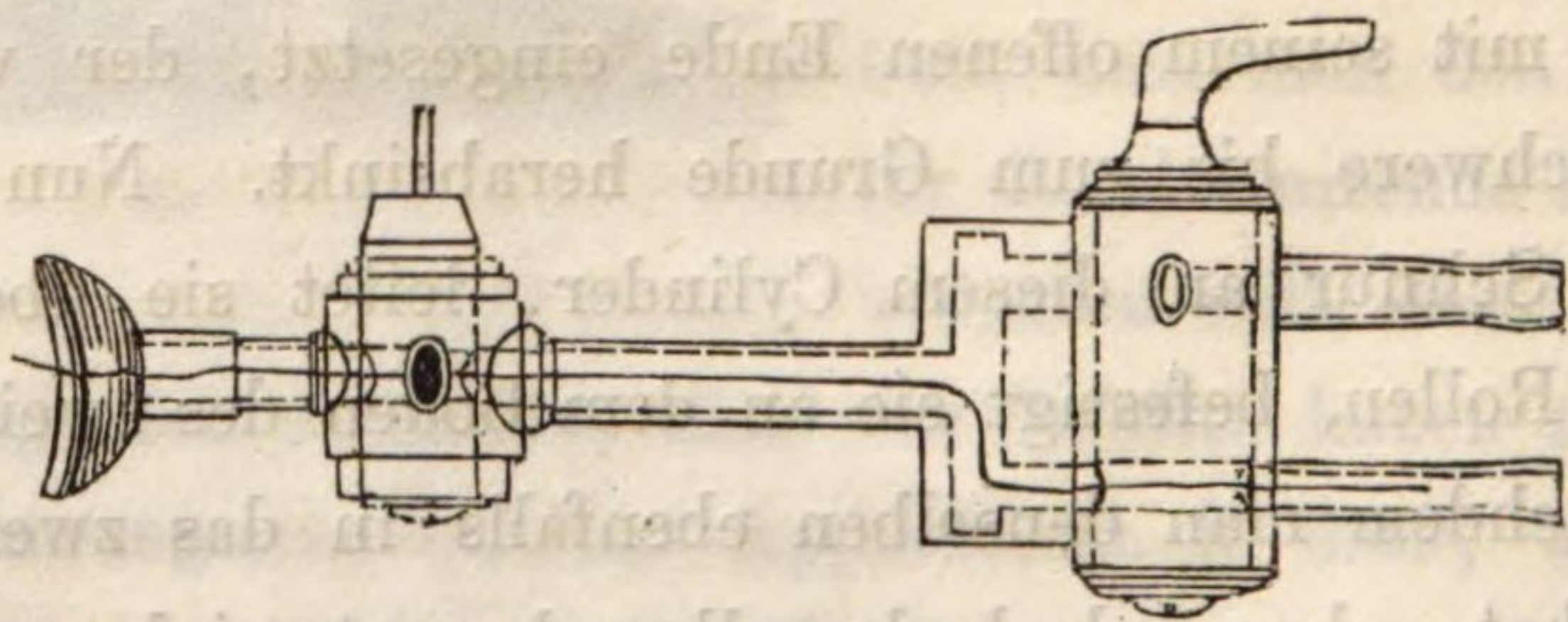


Fig. 18.

nach rechts und lässt, indem man mit dem zweiten Hahn die Athemzüge regulirt, diese Luft athmen. Ist dieser Cylinder unten angelangt, so braucht man nur den doppelten Hahn

nach links zu drehen und die Gewichte auf den anderen Cylinder zu setzen, um sofort weiter athmen zu können. Bei verdünnter Luft ist das umgekehrte Verhältniss anzuwenden.

Man kann mit dem Apparat ausserdem alle anderen Athemmodifikationen vornehmen. Wer bereits einen Walden-

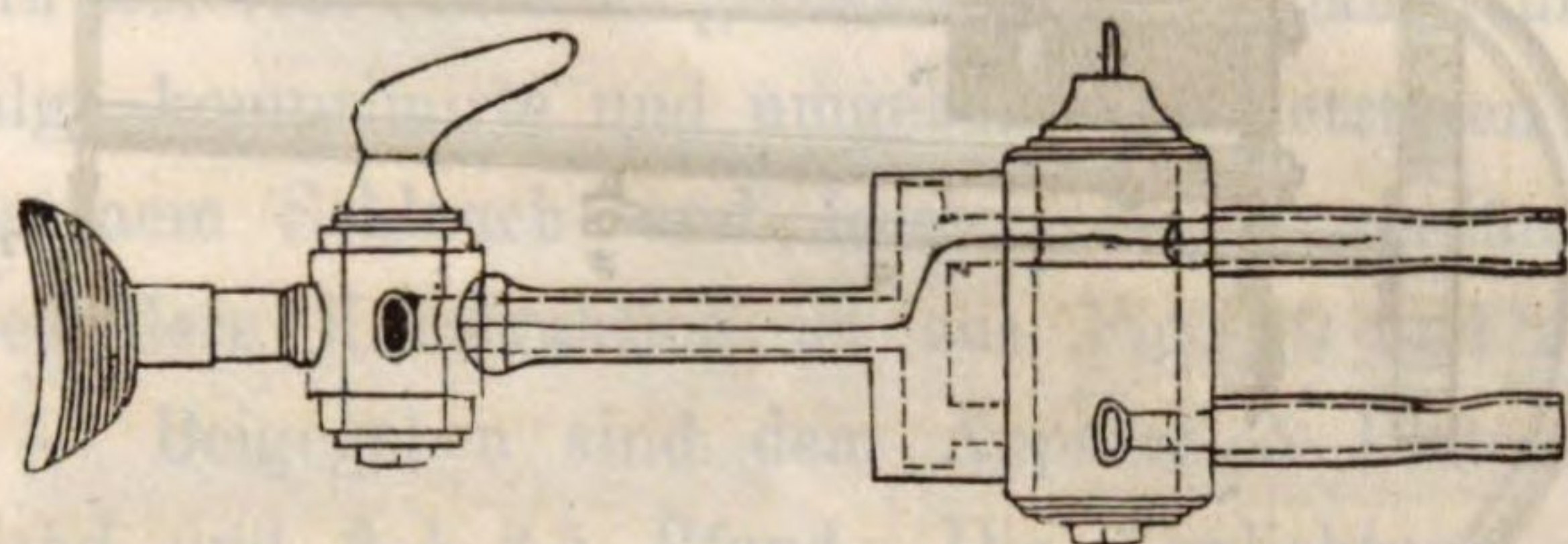


Fig. 19.

burg'schen Apparat besitzt, kann sich durch Aufstellung eines zweiten Cylinders und Gebrauch des beschriebenen Hahnes dieselben Vorthelle verschaffen, nur etwas kostspieliger. Waldenburg hat zu diesem Zwecke auch einen besonderen Hahn konstruirt, den wir hiermit erwähnt haben wollen.

Biedert's Rotationsapparat.

Dr. Ph. Biedert in Worms hat einen einfachen, recht brauchbaren und zugleich sehr billigen Apparat angegeben, welcher die intermittirende Anwendung komprimirter und verdünnter Luft unter ziemlich genauer Kontrolle des Druckes gestattet, von unbegrenzter Wirkungskdauer, sehr leicht zu handhaben und zusammengelegt sehr gut transportabel ist. Der Apparat besteht aus einem cylinderförmigen Balg mit hölzernen Seitendeckeln und gleicht einer in einem Eisen-gerüste aufgehängenen grossen runden Ziehharmonika. Der Balg ist aus durch Gummirung luftdichtem Leder (in doppelter Lage) gefertigt, ist um seine Längsachse drehbar und hat

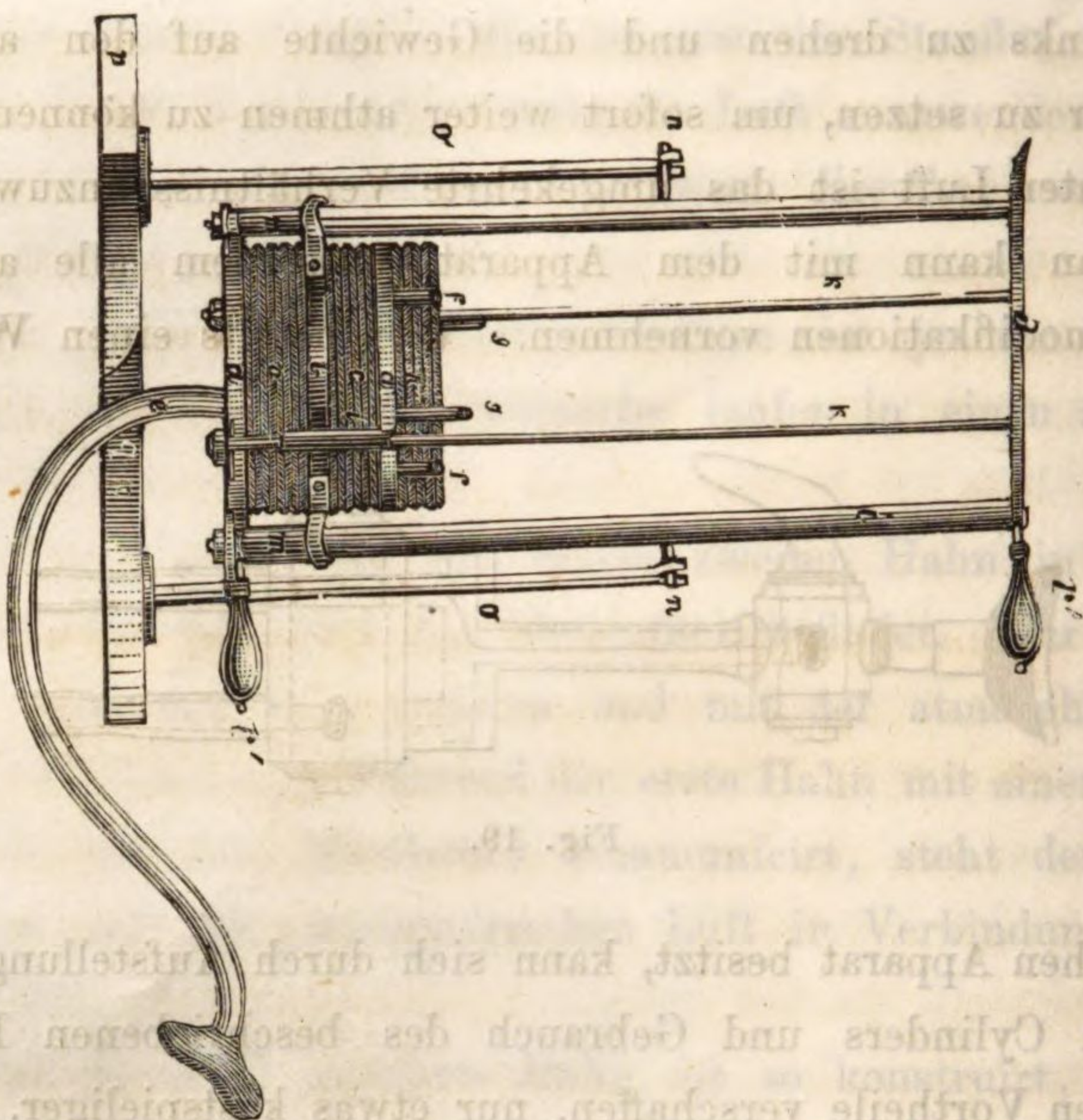


Fig. 20. Entleerter Balg.

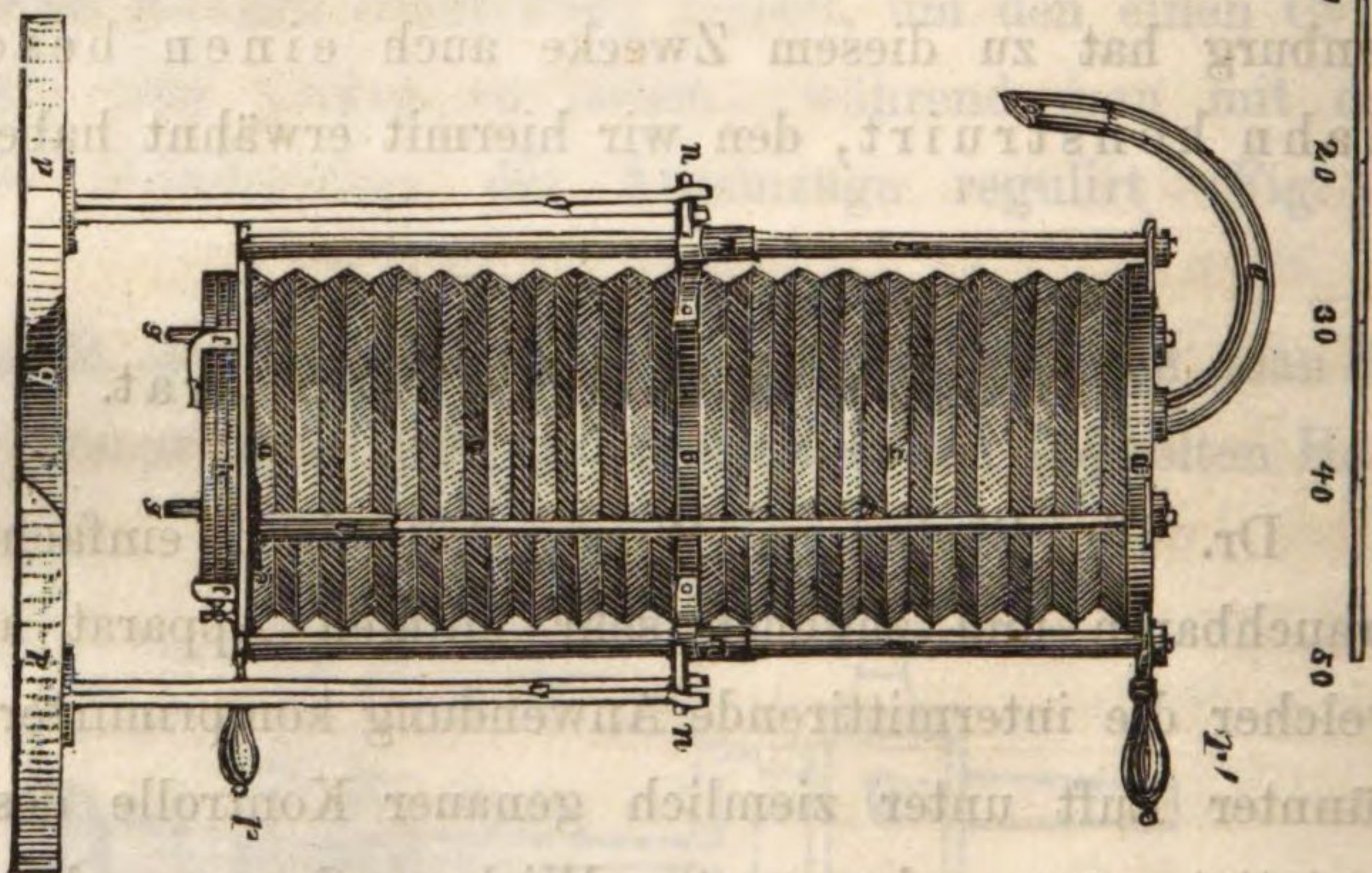


Fig. 21. Luftgefüllter Balg.

Anm. Der Balg ist nach Auflösung von Schrauben herausnehmbar und in zusammengefalteter Lage neben dem Gestell zu transportiren.

a a Holzdeckel.

b Steifer Ring inmitten des Balges.

c c Balg, 50 Centimet. hoch, 20 Centimet. im Durchmesser.

d Eiserner Ring.

e Schlauch (1—1,5 Met. lang), im ersten Dritttheil durch angebrachte Spirale ohne Knickung biegsam.

an einem Ende den Athmungsschlauch mit Mundmaske. Die eine horizontale Fläche hat Riemen zur Aufnahme von Gewichten, welche die Scheibenform dieser Fläche haben. Je nachdem diese Scheibengewichte nach oben oder unten mit dem Balge gedreht werden, wirken sie als Druck oder Zug, geben in ersterem Falle bei geschlossenem Schlauch und gefülltem Balge komprimierte und umgekehrt im letzteren Falle bei geschlossenem Schlauch und leerem Balge verdünnte Luft. Die speciellere Konstruktion ist aus Fig. 20 und 21 zu ersehen. — Beigegeben sind dem Apparat 5 Plattengewichte à 5 Pfund und 2 à 2,5 Pfund. Die Verdichtung und Verdünnung beträgt bei den neuen etwas in der Dicke des Materials abgeänderten Apparaten bei $\pm$ Belastung mit

2,5 Pfund	=	$\frac{1}{144}$	Atmosphären-Druck	(5	Millimet. Hg)
5,0 "	=	$\frac{1}{92}$	"	(8	" Hg)
10,0 "	=	$\frac{1}{54}$	"	(14	" Hg)
20,0 "	=	$\frac{1}{29}$	"	(26	" Hg)
30,0 "	=	$\frac{1}{20}$	"	(38	" Hg)

Man beginnt am besten mit 5 Pfund und steigt allmählich um 2,5 Pfund.

Wie aus dem Apparat ersichtlich, hat der Athemschlauch keinen Hahn und muss mit den Fingern zugehalten werden;

-
- f f Lederriemen zum Aufsnallen der Gewichte.
 - g g Eiserner Stift zum Festhalten der Gewichte.
 - h Gewichte.
 - i i Dicke Stangen.
 - k k Dünne Stangen.
 - l Grosse Röhrenführungen am Deckel.
 - m m Kleine Röhrenführungen in der Mitte.
 - n n Achse, wo der Apparat drehbar ist.
 - o o Eiserne Träger.
 - p p Holzplatte,
 - q Ausschnitt an der Holzplatte.
 - r' r Griffe zum Umdrehen.

Preis: 42 Mark bei Instrumentenmacher Jochem in Worms a. Rh.

es wird aber auf besonderes Verlangen auch ein Hahn (für weitere 6 Mark) zugegeben, welcher leicht in den Athemschlauch einzuschalten geht. Konstruktion des Hahnes siehe Fig. 22. — Derselbe wird durch einfachen Fingerdruck geschlossen und öffnet sich durch Federdruck von selbst.

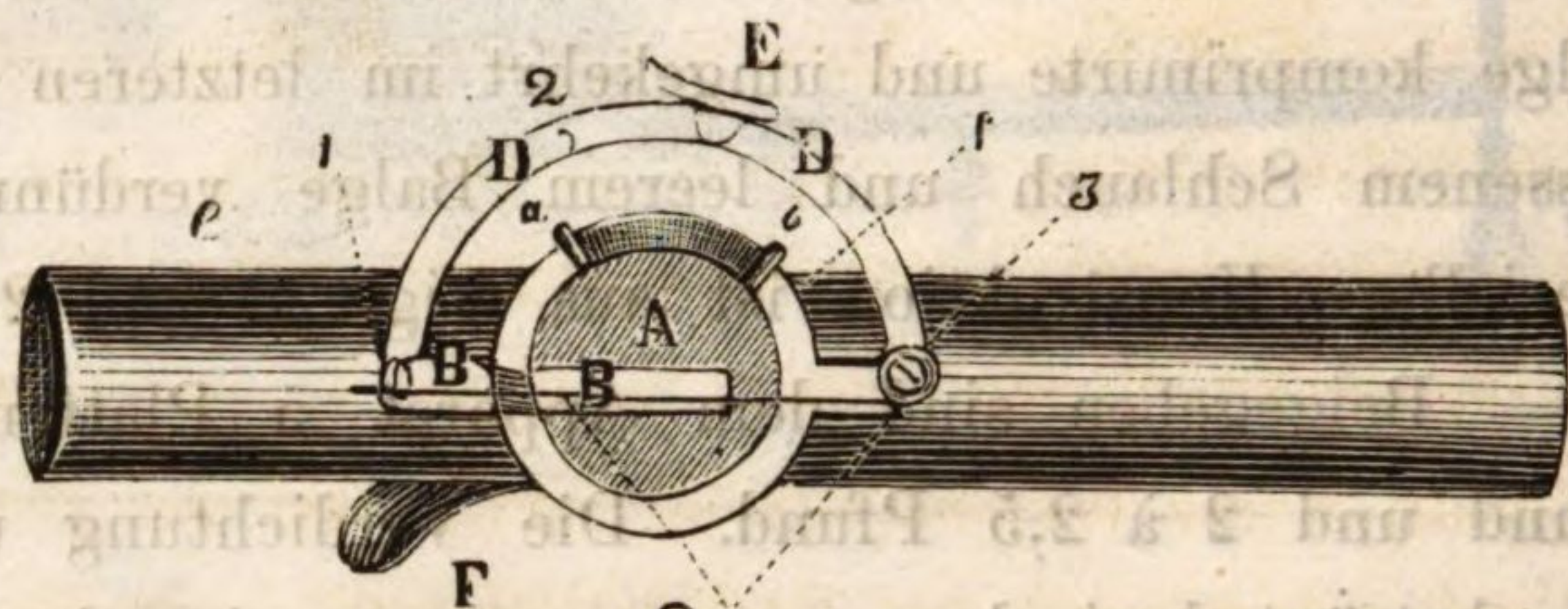


Fig. 22.

- A Welle des Hahnes.
- B B Hebelarm, an dem die Welle bewegt wird.
- C C Feder, welche die Welle bewegt (öffnet).
- D D Gegliederter Bogen, durch welchen der Hebelarm herabgedrückt wird.
- E Platte für den drückenden Mittelfinger
- F Platte für den Daumen
- e Punkt für den Zeigefinger
- f " " " Ringfinger
- 1 2 3 Glieder des Bogens.
- a b Endpunkte der Drehung, durch den Stift bestimmt; bei a Schluss, bei b Offenstehen des Hahnes.

der linken Hand.

Eine weitere Zugabe hat der Apparat noch in Form eines „Medikamentenköchers“ (Fig. 23) erfahren, der zur Aufnahme der flüchtigen Medikamente behufs Schwägerung der einzuathmenden komprimierten Luft dient und zwischen Schlauch und Mundstück resp. Hahn eingeschoben wird. Derselbe besteht aus einem 14 Centimet. langen und 4 Centimet. weiten Glaszylinder (a), der oben und unten metallne Kapseln (b' b) mit Fortsätzen von Schlauchweite trägt, von denen die eine (b) angekittet, die andere (b') abschraubbar ist, und aus einem

in diesem Gehäuse ruhenden verzinnnten Drahtgestell (c), das mit Schwamm gefüllt ist und vermittelt einiger Zacken an jedem

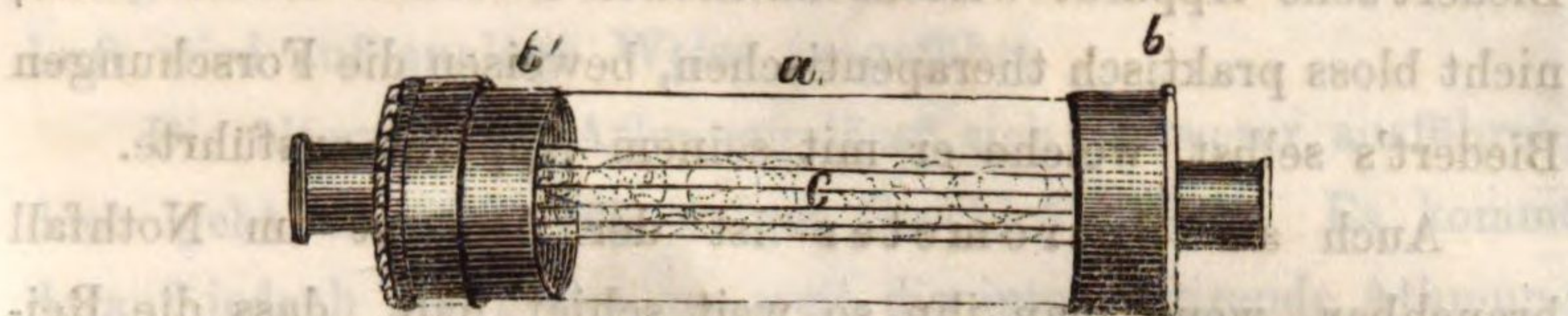


Fig. 23.

Ende so gelagert wird, dass es die Mitte des Cylinders einnimmt und die Luft ungehindert darüber streichen kann. Dabei hat diese zweimal Gelegenheit, einmal bei der Füllung des Balges, und einmal bei der Entleerung, sich mit der auf den Schwamm getropften Flüssigkeit zu imprägniren. Bemerken wollen wir nur noch, dass der Biedert'sche Balg so zusammengefügt ist, dass er eine beinahe metallische Dauerhaftigkeit hat, was nebenbei noch durch die runde, cylindrische Form, die es ermöglicht, ihn aus einem Stücke zu fertigen, bedingt wird. Alle wenn auch noch so kleinen Uebelstände, welche sich an den ersten Apparaten z. B. durch Werfen der hölzernen Deckel durch Witterungseinflüsse und durch andere kleine Veränderungen während des Gebrauchs herausstellten, sind vollkommen zweckentsprechend beseitigt oder es ist ihnen vorgebeugt. Gut ist es, wenn man den Apparat abwechselnd in unbenutzter Zeit bald gefüllt, bald leer mit geringer Belastung stehen lässt.

Dass der Apparat keinen Manometer hat, ist für den Kranken und für den praktischen Arzt unwesentlich. Der Kranke braucht ihn nicht und der praktische Arzt kann sich auf die zuverlässigen im Allgemeinen richtigen Angaben des Erfinders verlassen. Wer jedoch kontrolliren will, kann jeder Zeit bequem vorübergehend einen Manometer anbringen. Der Kranke und der praktische Arzt wollen vor Allem einen billigen und

exakt wirkenden Apparat ohne besonderen Geldaufwand. Beide Ansprüche erfüllt der „Rotationsapparat“. Dass aber auch der Biedert'sche Apparat wissenschaftlichen Zwecken dienen kann, nicht bloss praktisch therapeutischen, beweisen die Forschungen Biedert's selbst, welche er mit seinem Apparat ausführte.

Auch als Spirometer ist der Apparat im Nothfall brauchbar, wenn man ihn so weit schief hält, dass die Reibung dem Gewicht des Deckels fast das Gleichgewicht hält und so weder Plus- noch Minusdruck im Apparate herrscht. Durch den vorher komprimirten Schlauch expirirt man wie gewöhnlich, um am Ende der Expiration den Schlauch wieder zu komprimiren. Die Anzahl der Centimeter, die die Führung an einer Stange weiter gerückt ist, mit 314 multiplicirt (jeder Centimeter Hebung oder Senkung des Balges ist = 314 Kubikcentimet. Luft), ergiebt die vitale Lungenkapazität. Zur Erleichterung des Ablesens hat sich Biedert eine Centimeter-eintheilung mit Zahlen von 5—5 in die zwei dünnen Stangen gefeilt.

Anwendungsart. Der Apparat wird mit dem Schlauch nach unten am Tischrand gestellt, der davor stehende Patient hält Schlauch mit Mundstück bereit. Will man komprimirte Luft einathmen, so wird der obere Theil des Apparates nach abwärts gedreht, das Gewicht sinkt und der Balg füllt sich mit Luft. Während nun zurückgedreht wird, komprimirt man den Schlauch zwischen den Fingern oder schliesst ihn eventuell mit dem Hahn ab, setzt dann das Mundstück an und athmet ein. Ist die Luft des Balges mit dem gewünschten Druck eingeathmet, wird schnell eine neue Füllung vorgenommen. Ausathmen in verdünnte Luft geschieht, indem man den Apparat in umgekehrte Stellung (mit dem Schlauch nach oben) bringt, während man aus der Luft inspirirt und den Schlauch abschliesst, bis man die Ausathmung beginnen

kann, die dann durch das Mundstück etc. in eine durch Herabsinken des Gewichtes verdünnte Luft geschieht. Die Einathmung verdünnter Luft und die Ausathmung in komprimirter Luft wird auf analoge Weise ausgeführt.

Die alternirende Athmung lässt sich schwerer ausführen, doch geht es auch bei einiger Geschicklichkeit. Es kommt darauf jedoch nicht viel an, weil die intermittirende Athmung vorzuziehen ist.

Um Unbemittelten die Anschaffung eines möglichst exakt wirkenden Apparates noch zu ermöglichen, hat Biedert angegeben, wie man seinen Balg allein benutzen kann. Diese billigere Form kostet nur 20 Mark. Der Balg wird mit einer Klammer am unteren Deckel an einen Tischrand angeschraubt, die Gewichte werden oben aufgeschnallt und ein Gehülfe öffnet durch Emporziehen der Gewichte den Balg und hält ihn an einer Handhabe, damit er nicht umkippt. So athmet der Kranke komprimirte Luft ein. Durch umgekehrtes Aufhängen mit den Gewichten unten erhält er verdünnte Luft. Fig. 24, 25 (Seite 166) giebt die fernere Erläuterung für das richtige Verständniss.

B. Fränkel's billiger pneumatischer Apparat.

B. Fränkel war bestrebt, durch Herstellung eines billigen Apparates, dessen grössere Verbreitung zu ermöglichen, in der Meinung, dass dann erst das pneumatische Verfahren zu einer allgemeinen brauchbaren und überall aufgenommenen Heilmethode werde. Der Autor konstruirte schon 1874 einen billigen Apparat (27 Mark), der in der Gestalt einer grossen Trommel gleicht, welche anstatt der Felle Bretter und anstatt der hölzernen Seitenwände Felle (Stoff) hat. Im Innern sind Spiralfedern, welche die Felle auseinanderhalten. Das Ganze

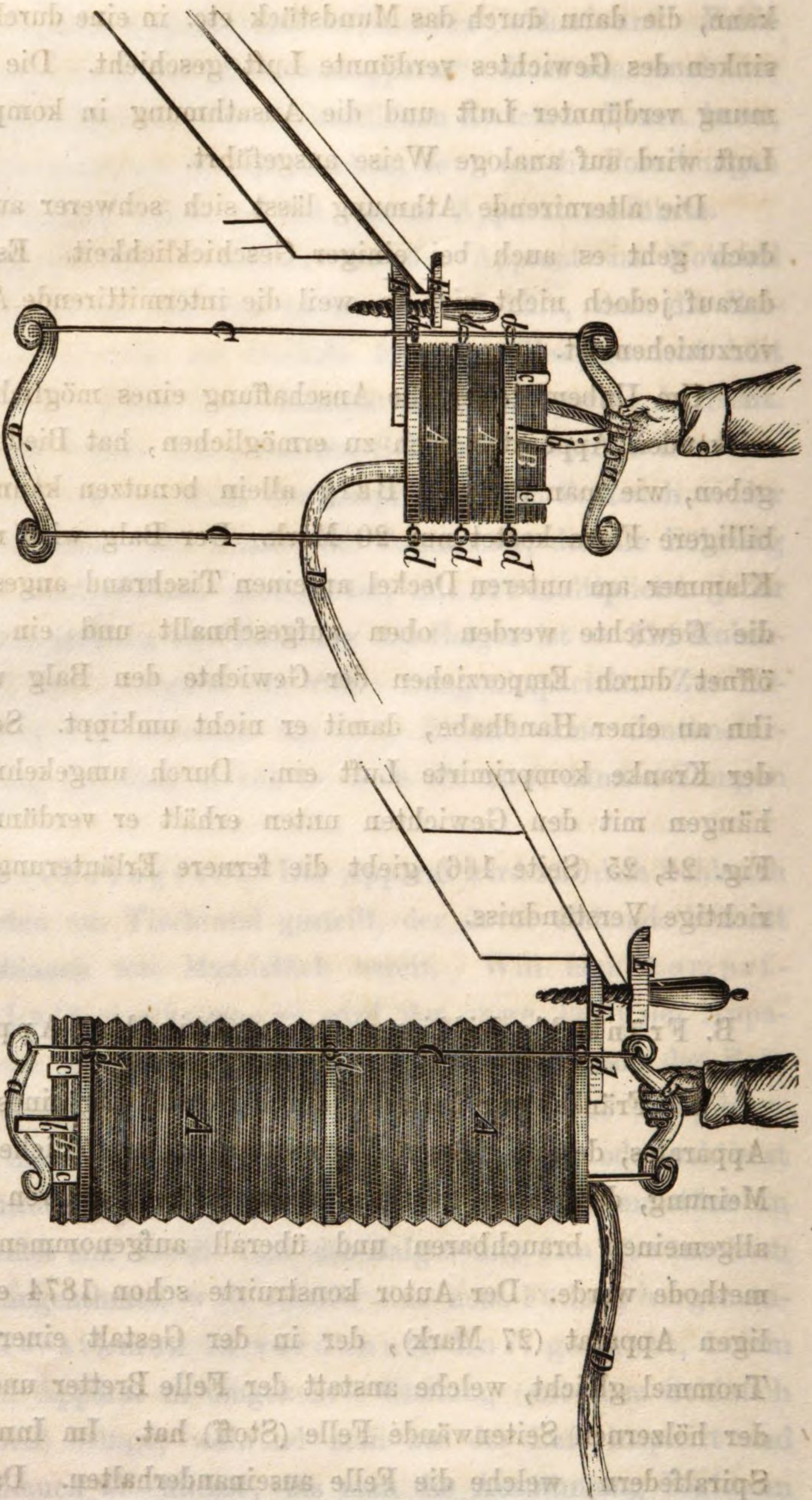


Fig. 24. Komprimierte Luft. Der zusammengepresste Balg wird eben wieder aufgezogen und gefüllt.

Fig. 25. Verdünnte Luft. Der gefüllte Balg wird eben wieder zusammengezogen und entleert.

ist mit gummirter Leinwand möglichst luftdicht verschlossen und an einer Stelle ist ein Gummischlauch eingelassen, der mit der vor den Mund zu haltenden Maske kommuniziert. Belastet man die eine Seite des Apparates, so wird die in demselben befindliche Luft komprimirt und entweicht durch den Gummischlauch; entfernt man die belastenden Gewichte, so kommt die Elasticität der Federn zur Geltung, die oben und unten befindlichen Bretter werden auseinandergetrieben, die Luft wird verdünnt und angesogen. Die Angabe der übrigen Einzelheiten wollen wir uns erlassen, denn B. Fränkel hat diesen Apparat selbst verlassen und konstruirte genau nach dem Muster einer viereckigen Ziehharmonika einen neuen allerdings sehr billigen Apparat*).

Umstehende Figur (Fig. 26) zeigt den Apparat und aus demselben ist das ganze Princip der Konstruktion ersichtlich.

Zu Fig. 24 und 25.

A A Balg des Apparates.

B Gewichte.

C C Dünne Eisenstangen zum Aufziehen und zur Führung des Balges (können abgeschraubt werden, wodurch der Apparat leicht zu transportiren und zu verpacken ist).

D Schlauch mit Mundmaske.

E' Obere kleine } Platte der Klammer zum Aufschrauben des
E Untere grosse } Apparates an eine Tischecke.

a Holzgriff zum Aufziehen des Balges bei Gebrauch komprimirter Luft.

a' Holzgriff zum Aufziehen des Balges bei Gebrauch verdünnter Luft.

b Riemen, welche den Balg mit komprimirter Luft vor dem Umkippen schützen.

c c Riemen zum Anschnallen der Gewichte.

d d d Metallösen am Balg, in welchen die Drähte CC laufen.

Anmerkung: Biedert verband auch zwei seiner vollständigen Rotationsapparate zu einem Doppelapparat, nur um zu zeigen, dass sein Apparat auch in dieser Beziehung anderen Apparaten nicht nachsteht.

*) Preis 12 Mark incl. Verpackung bei Instrumentenmacher Rudolf Détert. Berlin. Französische Strasse 53.

Der Apparat besteht aus dem Balg einer Ziehharmonika. An einer Seite ist ein im Durchmesser 2 Centimeter weites

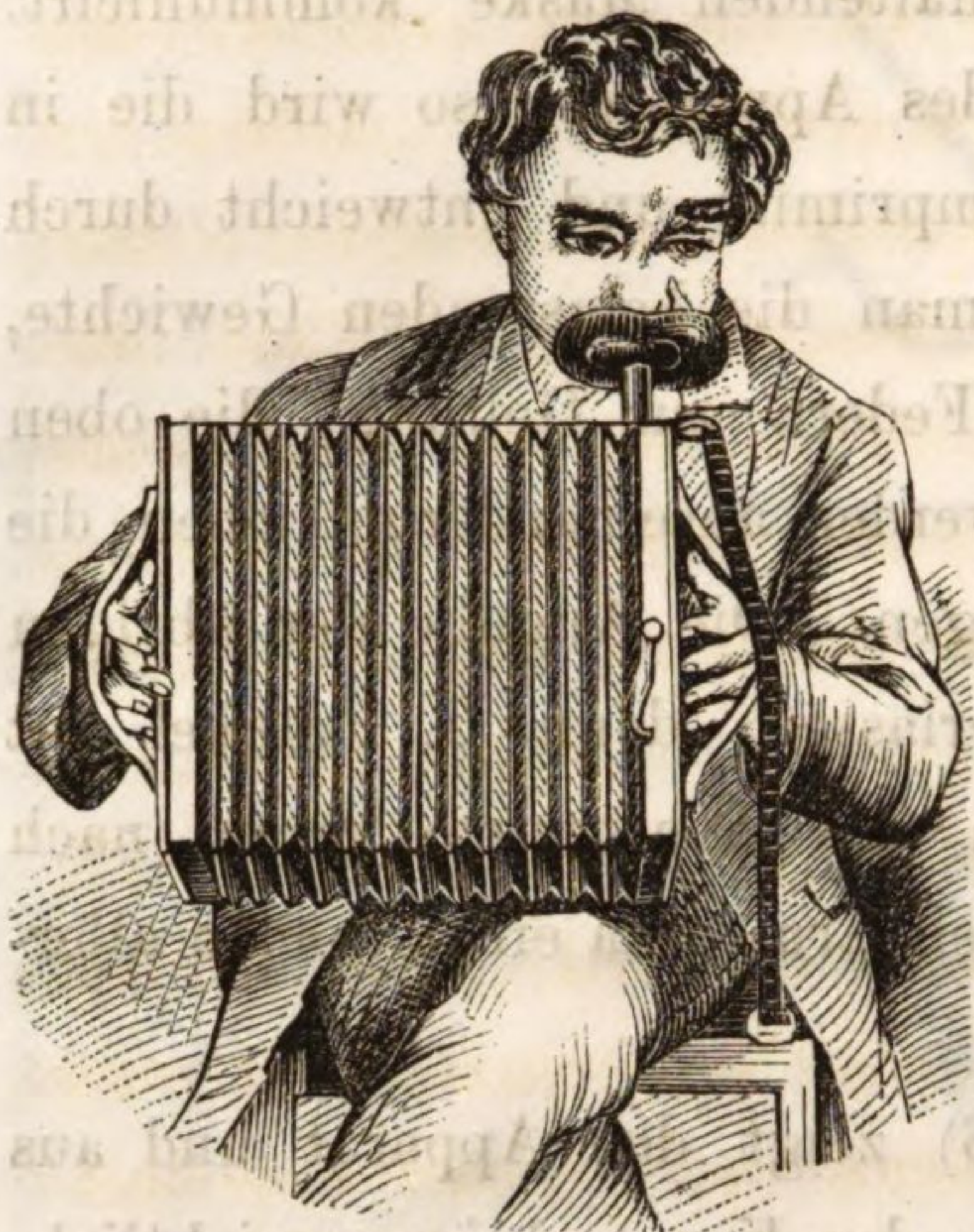


Fig. 26.

Metallrohr aufgesetzt, welches das Mundstück trägt.

Als solches ist das von Grohnwald (das Stickstoffoxydulg. Berlin. 1872. p. 18) beschriebene benutzt, welches ein aufgeblasenes Gummikissen, wie solche auch als Pessarien im Gebrauch sind, trägt. Dieses Mundstück ermöglicht einen guten Anschluss an den Mund und eine Absperrung der Nase.

Der Apparat wird nach Frän-

kel am besten im Sitzen angewendet. Das linke Bein wird über das rechte geschlagen und der Apparat wird, wie es die Abbildung zeigt, auf den linken Oberschenkel gestützt. Je nach Grösse der Person etc. wird zuweilen noch ein Unterlegen von Kissen nöthig werden.

Erweitert man nun den Balg, indem man ihn wie eine Harmonika auseinanderzieht, so verdünnt man die Luft in demselben; drückt man ihn zusammen, so verdichtet man dieselbe. Legt nun der Patient während des Zuges oder Druckes seinen Mund luftdicht auf das Kissen, so wird sich die Wirkung der Verdünnung oder Verdichtung auch auf die intrathoracische Luft ausdehnen. Soll in verdünnte Luft expirirt werden, so legt man den Mund auf das Mundstück und erweitert den Balg. Nach der Expiration entfernt man den Mund vom Kissen und drückt während der in freier Luft erfolgenden Inspiration den Apparat zusammen. Die Expiration findet

den Apparat entleert und wieder bereit. Soll verdichtete Luft inspirirt werden, so zieht man während der Expiration den Apparat bis zur hinlänglichen Weite aus, legt mit dem Beginn der Inspiration den Mund aufs Kissen und drückt den Apparat während der Inspiration zusammen. Soll nun lediglich verdichtete Luft inspirirt werden, so wird der Mund während der Expiration vom Kissen entfernt und gleichzeitig der Apparat wieder erweitert. Soll alternirend geathmet werden, so bleibt nach der Inspiration der Mund auf dem Kissen liegen, während exspirirt und der Apparat ausgedehnt wird. In diesem Falle muss der Apparat, damit nicht die exspirirte Luft wieder eingeathmet wird, vor der nächsten Inspiration entleert werden. Zu diesem Zwecke wird der Mund vom Kissen entfernt, der Apparat zusammengedrückt und wieder erweitert. Es kann dies während der Respirationspause geschehen, wird aber nach Fränkel besser während des nächsten Athemzuges gemacht, so dass die gleichzeitige Anwendung verdichteter und verdünnter Luft je für In- und Expiration nur immer über den anderen Athemzug erfolgt.

An dem Apparat ist ferner ein Centimetermaass angebracht, das am freien Ende beschwert ist und an welchem man mit Leichtigkeit ablesen kann, um wie viel Centimeter die Seitenwandungen von einander entfernt oder einander genähert werden. Es ergiebt sich daraus das Volumen Luft, welches eingeathmet oder ausgeathmet wird. Da der Apparat 35 Centimet. hoch und 16 Centimet. breit ist, so entspricht nach der üblichen schon mehrfach angegebenen Berechnung eine Erweiterung oder Zusammenrückung desselben um 1 Centimet. einem Luftvolumen von 510 Kubikcentimeter. Man darf also nur die Centimeteranzahl, um welche der Apparat ausgedehnt oder zusammengedrückt wurde, mit 510 multipliciren, um das einresp. ausgeathmete Luftvolumen kennen zu lernen. — Wie

leicht verständlich kann deshalb auch der Apparat als, wenn auch ungenaues, doch für gewöhnlich ausreichendes, Spirometer benutzt werden. Zu diesem Zwecke muss der Apparat spielend gehalten werden, die Wände müssen parallel gestellt bleiben und während man in den Apparat hinein- resp. aus ihm herausathmet, darf an demselben weder gedrückt noch gezogen werden. Die Zahl der Centimeter, um wie viel sich der Balg ausdehnt oder zusammenzieht, multiplicirt mit 510 giebt die vitale Lungenkapazität in Kubikcentimetern an.

Die Druckwirkung bleibt den Kräften des drückenden oder ziehenden Kranken oder Gehülfen überlassen. Ein genaues Druckmaass gab Fränkel dem Apparat nicht, um ihn nicht zu vertheuern; er glaubt aber auch, dass es überhaupt bei seinem Apparat nicht nöthig ist, weil derselbe in unmittelbarer Verbindung mit den Respirationsorganen steht und weil der Kranke recht gut deshalb bald das richtige Maass zu treffen weiss. Fränkel glaubt nämlich, dass bei den langen Schläuchen der anderen Apparate durch Reibung der Luft Kraft verloren geht, was bei seinem Apparat seiner Ansicht nach nicht der Fall ist. Hier ist er aber im Irrthum. Der Kraftverlust kann bei dem Durchgang der Luft durch nur $1-1\frac{1}{2}$ Met. lange Schläuche beinahe keiner genannt werden, zumal ferner die Luft 30 Mal leichter durch Röhren strömt als Wasser. Ausserdem wird nach ihm die Kraft des Druckes bei den anderen Apparaten mit ihren Schläuchen von einem gleichen Lumen gegenüber den verschieden weiten Luftröhren meist am Ende der Athmung und zwar dann erst zur Wirkung gebracht, wenn der Kranke eine Zeit lang noch seine Athmungsorgane mit dem Apparat zum Ausgleich in Verbindung lässt. Dies ist wahr. Ob aber nun gerade die kurze unmittelbare Verbindung des Fränkel'schen Apparates mit den Athmungsorganen

diesen Ausgleich schneller bewirkt, wie Fränkel anzunehmen scheint, bleibt wohl noch die Frage.

Um das Kraftmaass seines Apparates bei Bearbeitung mit grösster Kraftanstrengung der Arme beim Druck oder Zug zu prüfen, schaltete Fränkel ein Manometer ein und fand, dass er unter grösster Kraftanstrengung die Kompression nur bis ca. $\frac{1}{18}$ Atm. und die Verdünnung bis ca. $\frac{1}{20}$ Atm. zu steigern vermochte. Eine mässige Kraftanstrengung, wie sie auch im Mittel nur angewendet wird und die Kraft der Kranken gestattet, bewirkte einen $\pm$ Druck von ca. $\frac{1}{70}$ — $\frac{1}{50}$ Atm. Der Kranke regulirt sich den nöthigen Druck nach Fränkel am besten auf diese Weise nach seinem subjektiven Gefühl und lernt die Handhabung in dieser Weise bald. Hierin stimmt ihm Störk nur noch bei, der diese Ansicht jedoch allgemeiner nimmt, während Fränkel sie nur mehr oder weniger für seinen Apparat als genügendes Heilmittel herbeizieht. Im Allgemeinen ist also nach Fränkel nicht nöthig, den Kranken bei seinem Apparat anzugeben, wie weit zu dehnen oder zu drücken ist. Um dies aber zu können, braucht man nur erst die vitale Lungencapazität zu bestimmen, auf Grund deren man dann ungefähr angeben kann, um wie viel Centimeter mehr der Apparat während der Inspiration zusammenzudrücken oder während der Expiration zu erweitern ist. Gewöhnlich genügen anfänglich 1—2 Centimet. über das Maass der vitalen Lungencapazität hinaus den Apparat zu erweitern oder zu verengern.

Nun, einwenden lässt sich gegen den Apparat so Manches. Fränkel wollte grosse Billigkeit und genügende Brauchbarkeit vereinigen. „Besser ein billiger und leidlich brauchbarer Apparat in Nothfällen und bei armen Kranken als gar keiner“, schwebte zweifellos dem Erfinder als Devise bei Konstruktion seines Apparates vor. Hat Fränkel aber auch Billigkeit und

Brauchbarkeit erreicht? Billig ist der Apparat, 12 Mark kann beinahe Jeder erschwingen; aber die Brauchbarkeit ist trotz aller obiger Explikationen doch sehr zweifelhaft! An anderen Orten (Schmidt's Jahrbücher) habe ich schon hervorgehoben, dass die Beurtheilung in der Druckwirkung an der äussersten Grenze der Ungenauigkeit und Zulässigkeit steht und dass die sitzende gebückte Stellung und eigne Bearbeitung des Balges eventuell zum Zweck der Erweiterung der Lungen ungeeignet ist.

Biedert hat aber den Apparat auf seine Leistungsfähigkeit geprüft und gefunden, dass mit dem Fränkel'schen Apparat bei Einathmung komprimirter Luft nicht besonders mehr, selbst sogar oft weniger Luft in die Lungen kommt, als die vitale Lungenkapazität ausmacht.

Versuche bei verschiedenen Gesunden ergaben, dass bei einer vitalen Lungenkapazität von a) 4600, b) 4500, c) 4700, d) 4500, e) 4800 Kubikcentimet., durch Kompression mit dem Fränkel'schen Apparat nur a) 4650, b) 4550, c) 4700, d) 4300 — 4350, e) 4700 Kubikcentimet. in die Lungen gebracht werden konnten; bei Kranken mit 1) chronischer Spitzenpneumonie, 2) Emphysem und Bronchitis, 3) Lungenkompression nach Pleuritis, 4) Emphysem und Bronchitis mit asthmatischen Anfällen, dass bei einer vitalen Lungenkapazität von a) 2500—2600, b) 1950, c) 2450, d) 2000 (zu guten Zeiten zwischen 3000—4000) Kubikcentimeter mit dem Fränkel'schen Apparat a) 2500 — 2450, b) 2000, c) 2300 — 2400, d) 2600 bis 2500 Kubikcentimeter nur in die Lungen gebracht wurden. Der Biedert'sche Apparat, mit welchem zum Vergleich dieselben Versuche gemacht wurden, bewirkte immer sehr nennenswerthe Luftzufuhrerhöhungen um 150—700 Kubikcentimeter. Ferner wurde während des Gebrauchs des Fränkel'schen Apparates grosse Ermüdung der Versuchspersonen bemerkt und der

Druck mit der grösstmöglichen Kraftanstrengung ausgeführt. Sollten sich auch in Zukunft diese ungünstigen Ergebnisse bestätigen, so würde allerdings der Fränkel'sche Apparat gestrichen werden müssen. Jedenfalls ist der Balg, wie auch Biedert meint, nicht luftdicht genug, da eine viereckige Form aus mehreren Stücken gebildet werden muss. Mehr würde ein runder Balg liefern, der aus einem Stück angefertigt werden kann, wie der Biedert'sche Balg, der sich allein übrigens auch in dieser Fränkel'schen Weise verwenden lässt.

Der Störk'sche Athmungsapparat.

(Schwing- oder Schaukelkessel.)

Der Störk'sche Apparat beruht auf dem Principe communicirender Röhren. Stehen zwei communicirende Röhren in horizontaler Ebene, so steht in jeder derselben Wasser in gleicher Höhe. Wird eine dieser Röhren gehoben oder gesenkt, so stellen die Wassersäulen in den Röhren sich sofort wieder in gleiches Niveau; denkt man sich bei diesen Niveausgleichungen die Röhrenenden geschlossen, so wird in der höher stehenden Röhre die oberhalb des Wassers befindliche Luft expandirt und die in der niedriger stehenden Röhre oberhalb des Wassers befindliche Luft komprimirt. Der Druck oder Zug entspricht dem Gewicht der Wassersäule. Diese Druckwirkung benutzt Störk bei seinem Apparat.

Störk konstruirte zwei Kessel, einen kleineren und einen grösseren, den einen hat er aber wieder fallen lassen, den anderen dagegen verschiedentlich verbessert.

Der Störk'sche Apparat (Fig. 27, der grosse Kessel) besteht — nach des Erfinders Beschreibung — aus einem Doppelkessel von 50 Centimet. Höhe, von 70 Centimet. Boden- resp. Verbindungsrohrdurchmesser, von 45 Centimet. Breite, von

70 Centimet. Kubikinhalt. Dieser Doppelkessel angelt mittelst zweier Schrauben in einem eisernen Gestelle, so dass er mit



Fig. 27.

Leichtigkeit bewegt werden kann. Beide Hälften des Kessels sind durch Sperrwasser abgeschlossen und communiciren mit einander nur unten. Der Apparat ist zur Hälfte mit Wasser

gefüllt. Der eine Kessel ist oben geschlossen, der zweite offen. In dem Moment, wo der Kessel nach der offenen Seite schwingt, stürzt ein Theil des in der Ruhelage sich befindenden Wassers aus der geschlossenen in die offene Kesselhälfte, welch' letztere Wasserreservoir genannt wird. Da an Stelle des ausgeflossenen Wassers nicht Luft einströmen kann, muss nothwendigerweise die im Luftkessel befindliche Luft um das Volumen des durch die Neigung ausgetretenen Wassers expandirt werden. Pendelt nun der Apparat nach der anderen Seite zum Luftkessel hin, so muss das Entgegengesetzte von dem eintreten, was eben geschildert wurde. Es strömt jetzt soviel Wasser aus dem Reservoir zum Luftkessel, als die Kompression der abgesperrten Luft dies zulässt. Man hat komprimirte Luft. Bei der Neigung des Apparates nach der Luftkesselseite athmet man ein, und zwar komprimirte Luft; bei der Schwingung gegen den offenen Theil (Reservoir) athmet man aus, in verdünnte Luft. Ueber den Druck giebt ein am Kessel angebrachtes Manometer Aufschluss. Dadurch, dass die Bewegungsachse unter dem Niveau der Wasserfläche sich befindet, mithin unter der Gleichgewichtslage, ist der Apparat in hohem Grade labil und es genügt ein leichter Fingerdruck, um ihn in die gewünschte Schwingung zu versetzen. — Wenn die Hälfte des Kessels mit Wasser gefüllt ist, bleiben 35 Liter Raum, hiervon entfällt die Hälfte auf das offene Wasserreservoir und die andere Hälfte auf das geschlossene Luftreservoir (Respirationskessel); mithin sind bei ruhigem Stande 17,500 Kubikcentimet. Luft im Kessel enthalten.

Am Luftkessel befindet sich ein Hubventil von 6 Centimet. Durchmesser, welches so eingerichtet ist, dass es am Ende jeder halben Schwingung des Kessels in seinen Achsen selbstthätig geöffnet oder geschlossen wird. In dem Momente, wo der Kessel nach rechts, d. h. nach der Seite des Respirations-

kessels, schwingt, öffnet sich am Ende der halben Schwingung das Ventil, und nun entweicht die unter einem bestimmten Drucke gewesene Luft und an Stelle derselben tritt jetzt durch die Neigung des Kommunikationsrohres das früher in beiden Schenkeln gleich vertheilt gewesene Wasserquantum. Neigt man den Kessel bis zu 45° und etwas darüber hinaus, so entweicht die Luft durch das Ventil mit Geräusch und an die Stelle der Luft tritt durch Neigung des Apparates das Wasser. Dieses füllt bis auf einen konischen Abschnitt, der mit Luft gefüllt bleibt, den Respirationskessel. Die Residualluft, deren Quantum 4000 Kubikcentimet. beträgt, wird nun, wenn der Apparat nach der offenen Röhre (Wasserreservoir) hin bei geschlossenem Ventile geneigt wird, wo also keine Luft mehr eindringen kann, verdünnt. Obenerwähntes Luftquantum von 4000 Kubikcentimet. expandirt sich in dem Raume, den früher die 17,500 Kubikcentimet. Luft eingenommen haben, mithin wird selbst in der Ruhelage des Kessels die Luft um mehr als ihr vierfaches Volumen verdünnt; die Expansion der Luft im Apparate geschieht energischer als die Kompression. Neigt man den Apparat mehr nach links und öffnet sich das Ventil, so stürzt die äussere Luft mit Vehemenz in den Respirationskessel, der jetzt nothwendigerweise mehr Luft aspirirt, da der Kapazitätsraum durch das mangelnde Sperrwasser jetzt grösser geworden ist. — Hat sich der Kessel mit Luft vollgesogen, so lange er noch in der schiefen Stellung links stand, so schliesst sich das Ventil wieder selbstthätig beim Rückwege, und es werden anstatt 17,500 Kubikcentimet. jetzt 22,000 Kubikcentimet. Luft im Luftkessel komprimirt.

Die von Störk mit dem Quecksilbermanometer gemessenen Luftdruckverhältnisse im Kessel zeigen eine Maximalhöhe von 40 Millimet. Quecksilber (ca. $\frac{1}{19}$ Atmosphäre) beim positiven Drucke, d. h. bei der Luftkompression; beim negativen Drucke,

d. h. bei der Luftverdünnung, etwas mehr. Innerhalb dieser Maximalhöhe kann man die Steigerung und Verminderung des Atmosphärendruckes im Apparate willkürlich durch Aenderung des Drehungspunktes nach Bedürfniss ändern, da der Kessel höher oder tiefer gestellt werden und dann länger oder kürzer pendeln kann. Mit der grösseren Schwingungsexkursion steigt die Druckhöhe, und durch die grössere Bewegung des Wassers im Kessel resultirt auch eine grössere Luftexpulsion, resp. Kompression, und umgekehrt eine um so grössere Luftverdünnung.

Die ganze Explikation Störk's könnte kürzer und bestimmter sein, wir haben sie mit Störk's eigenen Worten wiedergegeben. Der Vorgang ist, dass das Ventil und die Wirkung des wechselnden Wasserdrucks oder Zuges die Lufterneuerung, Verdünnung und Verdichtung in ganz genial ausgedachter Weise bewirkt. Nicht nur der Athemfrequenz der Erwachsenen, sondern auch der des Kindes soll sich das Ventil anpassen. Da der gewünschte Druck für die künstliche Athmung hervorgebracht werden soll dadurch, dass man die Schwingung des Kessels modificirt, so liegt freilich in der Willkühr des die Schwingung besorgenden Kranken oder Gehülfen der wichtigste Faktor, die Dosirung des Druckes. Und in welchen unbestimmten weitgegebenen Grenzen! Ausserdem hat Waldenburg das Unphysikalische und Unhaltbare der Druckberechnung Störk's hinsichtlich der Grösse und Konstanz des Druckes nachgewiesen, so dass der Kessel keine Vorzüge vor dem ersten pneumatischen Apparate von Hauke besitzt. Freilich glaubt Störk, dass man es dem subjektiven Gefühle des Kranken überlassen könne, welchen Druck und auch wie lange man ihn anzuwenden hat.

Die Anwendungsbreite des Störk'schen Schwingkessels ist dieselbe, wie bei den meisten Apparaten; derselbe gestattet

mit Ausnahme der alternirenden Athmungsweise alle Athmungsarten.

Die alternirende Methode versuchte Störk mit seinem Kessel auch zu ermöglichen, indem er beide Kessel für die Athmung verwenden liess, so dass in dem einen verdünnte, in dem anderen verdichtete Luft erzeugt wurde. Der Erfinder kam aber selbst davon zurück.

Hinsichtlich der Mundstücke glaubt Störk, dass eine Glasröhre von der Weite des Gummischlauches genügen würde; seinem Apparat hat er aber eine Maske, welche Mund und Nase abschliesst und luftgepolstert ist, beigegeben. Eine Mundnasenmaske, wie sie Waldenburg anwendet, hält er für die bequemste Vorrichtung. Die Maske hat noch ein Schieberventil, um den Zufluss der Luft zu den Athmungsorganen regeln (beschränken oder erweitern) zu können. Um eine reine Luft für die Athmung zu haben, wird solche aus der freien Atmosphäre durch das Fenster mittelst eines besonderen Schlauches bezogen.

Der Apparat kostet 70 Fl. bei Instrumentmacher Reiner in Wien.

Treutler's Apparat

beruht auf denselben Principien wie der Störk'sche Apparat. Treutler nimmt zwei grössere Gefässe und verbindet sie mit einem Schlauch. Sind die Gefässe zum Theil mit Wasser gefüllt und werden sie in ein verschiedenes Niveau gebracht, so dass das eine Gefäss höher, das andere tiefer steht, so wird in dem oberen verdünnte, dem unteren komprimirte Luft sein, wenn beide Gefässe abgeschlossen sind. Schliesst man jedoch nur ein Gefäss ab und lässt das andere offen, so wird man, wenn das verschlossene Gefäss tiefer gestellt wird, in dem-

selben komprimierte Luft haben, wenn es höher als das andere gestellt wird, verdünnte Luft erhalten. Die Niveaudifferenz wird mit einem Zollstab bestimmt und darnach soll der Atmosphärendruck berechnet werden. Der ganze Apparat scheint nur in der Idee vorhanden gewesen zu sein. Die Gefäße werden auf verschieden hohe Tische gelegt werden müssen oder sind, wie Störk vorschlägt, an die Zimmerdecke mit einem Flaschenzug zu hängen, um die Kästen leicht auf

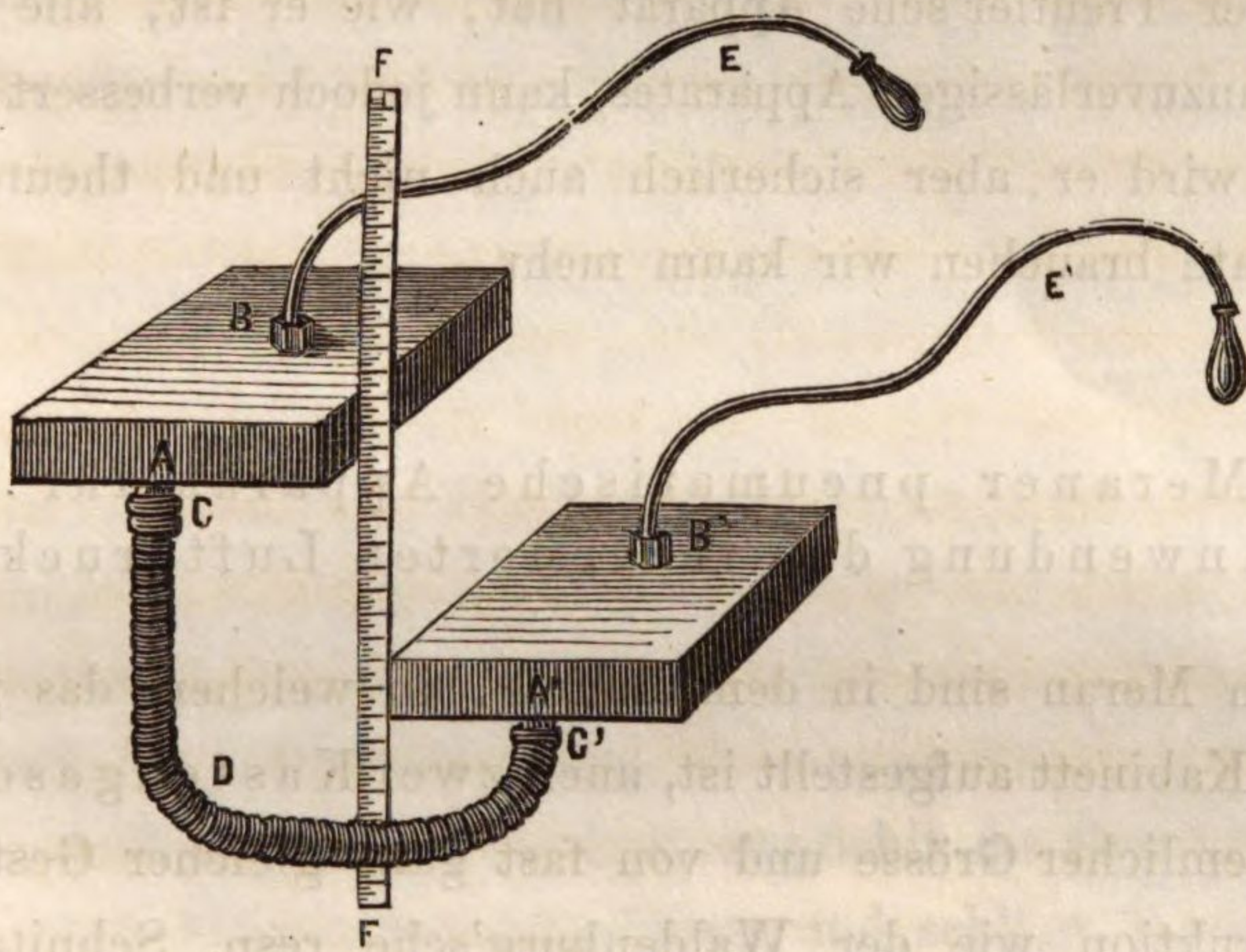


Fig. 28.

- A A' Blechkästen (Gasometer) 16—18'' im Quadrat und 4—6'' hoch.
- B B' Hülsen für die Athmungsschläuche E E'.
- C C' 2'' weite Oeffnungen für den Verbindungsschlauch D, der von Gummi ist.
- F Zollstock.

und ab bewegen zu können. Inkonstanz und Ungenauigkeit in der Druckkraft des Apparates sind Fehler, welche der Erfinder selbst erkennt. Die Inkonstanz will er durch Aufhängen des einen Kastens an eine Spirale abschwächen. Als Mundstück benutzt Treutler ein ähnliches, wie das an den türkischen Pfeifen. Zu erwähnen ist noch, dass Treutler den sich allmählich abmindernden Druck, wie er aus der inkonstanten

Wirkung seines Apparates resultirt, in manchen Fällen für erwünscht hält, über die er berichten wollte, aber noch nicht berichtet hat. — Die Form des Apparates ist aus der vorstehenden Figur (Fig. 28) zu ersehen. Näher auf den Apparat einzugehen, erscheint überflüssig, aber bemerkt sei, dass B. Fränkel einen ganz ähnlichen Apparat projektirte, bei welchem er anstatt der viereckigen Kästen Flaschen zu nehmen beabsichtigte.

Der Treutler'sche Apparat hat, wie er ist, alle Mängel eines unzuverlässigen Apparates, kann jedoch verbessert werden. Billig wird er aber sicherlich auch nicht und theure gute Apparate brauchen wir kaum mehr.

Der Meraner pneumatische Apparat für lokale Anwendung des veränderten Luftdruckes.

In Meran sind in dem Raume, in welchem das pneumatische Kabinett aufgestellt ist, auch zwei Kastengasometer von ziemlicher Grösse und von fast ganz gleicher Gestalt und Konstruktion wie der Waldenburg'sche resp. Schnitzler'sche Apparat aufgestellt. In dem einen der Gasometer wird die Luft komprimirt, in dem anderen verdünnt und zwar durch die Dampfmaschine, welche gleichzeitig für das pneumatische Kabinett arbeitet. Für die Verdünnung arbeitet eine von der Dampfmaschine getriebene kleinere Pumpe. Die Gasometer sind wie die ebengenannten Apparate mit Wasser gefüllt. An jedem Gasometer ist ein Selbstregulator angebracht und der gewünschte Druck wird nach einem an jedem Gasometer angebrachten Quecksilbermanometer durch Anhängen mehr oder weniger schwerer Gewichte an den Cylinder und an den Regulator hergestellt. Der Druck ist immer ein konstanter oder kann immer konstant erhalten werden, die Wir-

nen nen
nen nen nen
nen nen nen n
nen nen nen n

kung aber ist eine unbegrenzte kontinuierliche zugleich für viele (6) Personen, da die Dampfmaschine ununterbrochen arbeitet.

In jenen Gasometer mit verdünnter Luft werden für den nöthigen Fall auch die Seite 81 genannten Röhren aus dem pneumatischen Kabinett heraus zur Ausathmung in verdünnte Luft geleitet.

Die ganze Anlage ist nur für eine Kuranstalt möglich, und anstatt der Dampfkraft würde ebenso gut auch die Wasserkraft, wo sie vorhanden ist, verwendet werden können.

Vorschläge zur Herstellung verdichteter und verdünnter Luft.

Zum Schluss müssen wir der Vollständigkeit halber noch kurz einige Vorschläge erwähnen, welche von verschiedenen Seiten gemacht wurden, um komprimirte und verdünnte Luft für unsere Zwecke herzustellen.

Dr. Andreas Högyes in Pest empfiehlt die Principien des Bunsen'schen Wassertrommelgebläses und schlägt dasselbe auf Grund seiner Erfahrungen für Krankenhäuser als billig und leicht ausführbar vor, giebt aber etwas Genaueres nicht weiter an. Darauf hin erwähnt B. Fränkel die Finkner'sche Modifikation der Saugpumpe, bei welcher er sich überzeugte, dass dieser einfache Apparat mit grossem Vorthail für Expirationen in verdünnte Luft zu verwenden ist, dass der Zug mit ihr bis auf 100 Millimet. Hg. (ca. $\frac{1}{12}$ Atm.) und darüber gesteigert werden kann und dass man durch Oeffnen und Schliessen des Wasserhahnes in seiner Gewalt hat, die Kraft, mit der die Luft verdünnt wird, genau einzustellen und die Schwankungen des Druckes in der Wasserleitung sofort zu kompensiren. Dabei wird, wie Fränkel sah, das Ansaugen der Luft stetig

und ununterbrochen ausgeübt. Die Anwendung ist aber nur dort möglich, wo es Wasserleitungen mit ausreichendem Drucke giebt; eine sachverständige Ueberwachung ist nöthig, und das Princip ist deshalb nur für Kuranstalten und Krankenhäuser verwendbar, da auch die ganze Herstellung mit Manometer und Zuleitungsrohr etc. etwas kostspielig sein würde.

B. Fränkel versuchte noch sogenannte „Ventilatoren“ für die hier fraglichen Zwecke zu benutzen. Es sind dies auf der Fläche mit, gewöhnlich gebogenen, Leisten versehene solide Scheiben, die sehr schnell um ihre Achse gedreht werden. Durch die Centrifugalkraft wird komprimirte Luft, durch die Centripetalkraft verdünnte Luft erzeugt. Bei Feldschmieden werden derartige Ventilatoren benutzt und sie geben, wie Fränkel mittheilt, einen konstanten Strom, der aber nur 8 bis 10 Millimet. Hg. (ca. $\frac{1}{133}$ — $\frac{1}{120}$ Atm.) das Gleichgewicht hält. Da sich die relativ kleinen Scheiben 3000—4000 Mal in der Minute drehen müssen, um nur diese Kraft zu erzielen, sind Triebräder von 2 Fuss Durchmesser erforderlich. Die Maschine kann leicht durch Treten mit dem Fusse in Bewegung gesetzt werden, treibt grosse Mengen Luft, erzeugt dabei aber einen Ton und kostet gegen 90 Mark. Für Krankenhäuser, namentlich solche, wo eine Dampfmaschine arbeitet, lassen sie sich nach Fränkel's Meinung vielleicht passend verwerthen; ihre Kraft lässt sich durch Vergrösserung des Durchmessers der Scheiben vermehren und Fränkel glaubt auch, dass für Aerzte, die in ihrer Wohnung die pneumatische Methode anwenden lassen, ein Ventilator ein geeigneter Krafterzeuger sei. Zu einem billigen Apparat, den Fränkel im Auge hat, lässt er sich nicht verwenden. Wo aber eine Dampfmaschine ist, lässt meiner Ansicht nach sich die Dampftriebkraft besser und bequemer benutzen, wenn man wie in Meran Gasometer aufstellt (siehe vorhergehenden Abschnitt).

Masken oder Mundstücke?

Wie wir bei den verschiedenen Apparaten mitgetheilt haben, verwendet man zur unmittelbaren Verbindung des Athmungsschlauches mit dem Mund und auch der Nase entweder Masken oder Mundstücke.

Die Masken schliessen entweder Mund und Nase ein (Gesichtsmasken) oder bedecken nur den Mund (Mundmasken), alle aber sind mit einem Luftpolster versehen, damit sie sich dem Gesicht gut akkomodiren; einzelne, wie die Waldenburg'schen, sind selbst noch zu diesem Zwecke verbiegbar. Die Form und das Material zur Maske ist im Ganzen Nebensache. Die Masken werden fest an das Gesicht über Mund resp. Nase gedrückt und hinter ihnen mit offenem Munde geathmet. Der Abschluss nach Aussen ist recht gut und möglichst luftdicht. Dadurch, dass man mit offenem Munde athmet, kommt die Druckwirkung bei Athmung verdichteter oder verdünnter Luft nach Waldenburg vollkommener zur Wirkung, was ganz besonders bei Behandlung von Herzkrankheiten, wo der Druck allein wirkt, von Wichtigkeit wird.

Die Mundstücke, welche eine längliche, mehr oder weniger birnenförmige Gestalt haben und besonders von Schnitzler deshalb eingeführt wurden, weil sie luftdichteren Abschluss als die Masken gewähren, werden 1—2 Centimet. tief in den Mund auf die Zunge gelegt und mit den Lippen fest umschlossen. Hier kommt nach Waldenburg die Druckwirkung jedoch nicht so vollkommen zu Stande und kann ganz verloren gehen, weil der Athmende den Ueberdruck dadurch aufheben kann, dass er seinen isthmus glossopalatinus verengt und nur wenig Luft durchlässt.

Diese Bedenken Waldenburg's sind jedoch nur bedingt

richtig; denn man kann mit dem Mundstücke ebenso athmen wie mit der Maske, und nur anfänglich sucht sich der Athmende durch jene Verengung zu schützen, thut es aber nicht mehr, wenn er erst weiss, dass es die Wirkung hindert, unterlässt es aber überhaupt, wenn er sich an die künstliche Athmung gewöhnt hat. Auch mit der Maske muss das Athmen erst gelernt werden. Der Unterschied der Athmung mit Mundstück und Maske liegt meiner Ansicht nach nur darin, dass die Athmung mit der Maske bequemer ist und leichter erlernt wird. Einen wesentlichen Unterschied zwischen Mund- und Mundnasenmaske habe ich nie finden können; es athmet sich durch eine gewöhnliche Mundmaske, wie auch Biedert meint, ebenso gut und sicher wie mit der Mundnasenmaske und fast jeder Kranke athmet, ohne dass man es ihm sagt, schon allein durch den Mund, sehr leicht und ohne Anstoss aber, wenn es ihm von vornherein gesagt wird. Es ist die Mundnasenmaske also nur ein bequemerer (theurerer) Athmungsvermittler als die Mundmaske.

Zu verwerfen sind unter allen Umständen Masken ohne Polster. Das Lumen des Bohrloches beim Mundstück, wie auch das Lumen der Ansatzröhren bei den Masken muss die gleiche Grösse des Schlauches haben. v. Cube macht zuerst darauf aufmerksam, dass enge Röhren den Druck bei der Athmung abschwächen und weitere ihn eigentlich nur in seiner vollen Kraft zur Einwirkung kommen lassen. Es ist deshalb auch wichtig, dass nicht nur die Mundstücke und Ansatzstücke der Masken, sondern auch die Athmungsschläuche die gehörige Weite haben; letztere kann aber nur diejenige sein, welche das natürliche Zuleitungsrohr für die Lungen, die Luftröhre hat. Denn ist der Schlauch etc. enger, dann kann innerhalb der

normalen Zeitdauer einer Expiration oder Inspiration nicht dasselbe Quantum Luft ab- oder zugeführt werden, die Lungen können nicht gehörig entleert oder gefüllt werden; und bei Athmung mit verdünnter oder verdichteter Luft muss dies auf Kosten der Druckwirkung geschehen. Die Druckwirkung wird hier ganz in gleicher Weise künstlich abgeschwächt, wie sie es wird, wenn der Athmende seinen isthmus glossopalatinus verengert, um sich gegen einen Ueberdruck zu schützen.

Die meisten Apparate tragen diesen natürlichen Anforderungen bei ihren Schläuchen etc. Rechnung.

v. Cube benutzt für den Anfang einer Athmung am Apparat als Einleitung oder Uebergang zum stärkeren Druck engere Röhren und nimmt allmählich weitere. Störk hat zu diesem Zwecke hinter der Maske ein Schieberventil angebracht, durch welches der Luftstrom beschränkt werden soll. Fränkel legt, wie wir sahen, aus obigen Gründen viel Gewicht auf die unmittelbare Verbindung des Mundes mit dem Apparat bezüglich der Wirkung seines Apparates (siehe dort).

Stehen oder Sitzen bei Benutzung der Apparate?

Die Benutzung der Apparate geschieht, wo es angeht, am Richtigsten im Stehen, muss der Kranke sitzen, dann athmet er am Besten mit zurück- und an die Stuhllehne angelegtem Oberkörper. Die Inspiration komprimirter Luft hat immer nach einer tiefen Ausathmung zu geschehen, während eine Ausathmung in verdünnte Luft eine vorhergehende tiefe Inspiration nicht erfordert. Wie die Masken und Mundstücke zu gebrauchen sind, wurde im Vorhergehenden, wie auch bei Beschreibung der einzelnen Apparate schon mitgetheilt.

Luftbezug und Luftableitung an den Apparaten.

Von einzelnen Autoren wird empfohlen, die Luft zur Füllung der Apparate zum Zwecke der Einathmung komprimirter Luft von Aussen durch das Fenster zu beziehen, um eine so reine Luft zum Einathmen zu bieten, wie nur irgend möglich ist. Da jedoch die Wirkung der Apparate in der Hauptsache eine mechanische ist und ausserdem im Allgemeinen ein gutgelüftetes Wohnzimmer wesentlich in der Beschaffenheit seiner Luft von der direkt vor dem Fenster des Wohnzimmers kaum abweicht, so erledigt sich der Werth dieses Vorschlages.

Störk führt die Füllung seines Apparates so aus, dass er (siehe Fig. 27) einen Schlauch vom Luftkessel aus durch das Fenster leitet.

Andere Autoren wieder haben vorgeschlagen, den mit Expirationsluft gefüllten Apparat ausserhalb des Wohnzimmers zu entleeren, damit dieses nicht mit Exhalationsprodukten angefüllt und seine Luft nicht verschlechtert werde. Da man aber nicht bloss expirirt, wenn man in den Apparat ausathmet, sondern so lange man überhaupt athmet, so wird einer Verschlechterung der Zimmerluft durch die jedem Menschen gebotene Lüftung des Zimmers ebenfalls abgeholfen. Denn ein gut gelüftetes Wohnzimmer bietet die beste Ventilation für alle Exhalations- und Ausdünstungsprodukte.

v. Cube entleert den mit Expirationsluft gefüllten Cylinder seines Apparates durch ein Rohr nach Aussen durch das Fenster des Zimmers.

Wichtiger können beide Fragen für den werden, welcher den geschäftlichen Theil der pneumatischen Behandlung in besonderen Räumen für jedweden Kranken während des ganzen

Tages betreibt. Indess ist für solche Fälle eine besondere Ventilationsvorrichtung in den betreffenden Räumen überhaupt dann schon unerlässlich und geboten, so dass damit wieder auch die Frage der besonderen Luftzu- und Luftableitung für den Apparat mehr oder weniger erledigt ist.

Verhütung von Ansteckung durch die Apparate kann nur in Frage kommen, wo Mehrere denselben Apparat benutzen, also in dazu eingerichteten Kuranstalten oder bei Aerzten, welche im Hause diesen geschäftlichen Zweig der pneumatischen Kurmethode betreiben. Die ganze Frage hat v. Cube angeregt und sie hat auch eine Berechtigung; denn es ist, ganz abgesehen von der Gefahr einer Ansteckung, auch subjektiv nicht gerade appetitlich, wenn ein Kranker aus einem Apparat einathmen soll, in welchen vorher ein anderer Kranker ausgeathmet hat. Deshalb konstruirte v. Cube auch zum Theil seinen Doppelapparat, um die Athmungen getheilt in jedem Apparat für sich geschehen zu lassen, deshalb bestrebten auch Biedert und Fränkel neben anderen Gründen sich, billige Apparate zu schaffen, welche Jedem die Anschaffung ermöglichen. Allein in Wirklichkeit ist die Gefahr der Ansteckung gewiss nicht gross, wenn man die Apparate durch wiederholte Füllung und Entleerung ventilirt, wenn man ferner für jeden Kranken eine eigene Maske oder ein eigenes Mundstück hält oder halten lässt. Biedert empfiehlt ausser Ventilation etc. noch, seinen Balg mit 50%iger spirituöser Karbolsäurelösung zu desinficiren dadurch, dass man bei Füllung den Schlauch über die verdunstende Lösung hält oder dass man durch den karbolisirten Medikamentenköcher den Apparat füllt. Eine derartige Desinfektion ist jedoch von Zeit zu Zeit auch dort nöthig, wo der Apparat nur einem Menschen dient.

Die Ansammlung der Träger von Ansteckungsstoffen im Apparat ist auch schädlich für den, bei welchem sie ihren Ursprung hatten; eine Vernichtung von Ansteckungsstoffen ist, soweit möglich, überall geboten. Ich habe immer bei nach dem Princip des Hutchinson'schen Spirometers gebauten Apparaten angerathen, das Wasser derselben mit Salicylsäure oder mit hypermangansaurem Kali zu versetzen und habe dabei bis jetzt nie einen Nachtheil für den metallenen Apparat beobachtet. In gleicher Weise und ohne Folgen für die Haltbarkeit desinficire ich auch das Wasser meines Spirometers. Und was würde es auch bedeuten, wenn die Dauerhaftigkeit eines metallenen Apparates unter dieser Vorsicht litte! Die Beseitigung der Angst vor Ansteckung etc. ist wichtiger und schwerer wiegend.

Welchen Apparat sollen wir uns kaufen?

Nachdem wir sämtliche Apparate kritisch durchgegangen und so genau beschrieben haben, dass sich jeder Arzt ein Bild über die wissenschaftliche und praktische Brauchbarkeit der einzelnen Apparate machen kann, könnte wohl die Beantwortung obiger Frage überflüssig erscheinen. Da aber unser Handbuch praktischen Aerzten und Studirenden ein Leitfaden sein soll, so ist ein unparteiisches Urtheil zur Beantwortung obiger Frage geboten, ein Urtheil, das von Jedem noch selbst geprüft werden kann. Wir bemerken dabei, dass wir fast sämtliche Apparate aus eigener Anschauung und in ihrer Wirkungsweise kennen.

Bei der Wahl eines Apparates kommt es darauf an, ob man einen Apparat haben will, welcher neben exakter, konstanter und genau zu dosirender Druckwirkung auch Gelegenheit zu wissenschaftlichen Untersuchungen bietet, oder einen

Apparat, welcher nur praktischen Zwecken dient. Die ersteren Apparate sind theuer, die letzteren billig. — Zu den exakt und konstant wirkenden Apparaten, bei welchen die Druckkraft mit den üblichen Graden genau dosirt werden kann und welche mit allen Hilfsmitteln zu wissenschaftlichen Untersuchungen ausgestattet sind, gehören die Apparate von Waldenburg, Schnitzler; sie kosten 100—150 Mark. Zu den billigen exakt und konstant wirkenden Apparaten, welche für praktische Zwecke ausreichen und bei welchen die Druckkraft in den üblichen Grenzen ebenfalls genau dosirt werden kann, gehört nur der Biedert'sche Rotationsapparat (42—48 Mark). Zu den billigsten, an der Grenze der Zuverlässigkeit und Bequemlichkeit bei Handhabung stehenden Apparaten ist nur der Biedert'sche Balg (20 Mark) zu rechnen. Meiner Ansicht nach kann man beim Ankauf eines Apparates nur unter den eben genannten Apparaten wählen.

Von den kontinuierlich wirkenden Doppelapparaten sind sowohl der Schnitzler'sche wie der Weil'sche zu empfehlen.

Wirkung der transportablen pneumatischen Apparate *).

I. Mechanische Wirkung auf die Respiration.

1) Inspiration komprimierter Luft.

Die Luft, wenn sie in den Apparaten unter einem mehr oder weniger hohen Druck komprimiert wird, strömt mit der dem Drucke entsprechenden Gewalt bei der Inspiration in die Lungen ein, verursacht subjektiv ein Gefühl von starker Zuströmung, von Völle in den Lungen, bei starker Kompression Beklemmung, Druck und Schwere in der Brust. Eingeströmt vermischt sich die komprimierte mit der in den Lungen noch befindlichen Luft (Residual- und Reserveluft), welche immer je nach der Tiefe der Expiration in geringerer oder grösserer Menge in den Lungen zurückbleibt.

Da der höhere Druck, unter welchem die Luft in die Lungen einströmt, nur die innere Lungenfläche trifft, während die äussere Körperoberfläche resp. die äussere Thoraxwand unter einem um so viel niedrigeren Druck sich befindet als die Kompression der Luft im Apparat beträgt, muss die

*) Alle die im Nachfolgenden aufgeführten Wirkungen beziehen sich nur auf die Anwendung niedriger und mittlerer Druckgrade (auf $\pm$ Drucke von $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{40}$).

Lunge auseinander getrieben und der Thorax erweitert werden.

Die Aufblähung der Lunge und die Erweiterung des Thorax kann aber nur bis zu einer gewissen Grenze schadlos geschehen, die da liegt, wo die natürliche Lungenelasticität und die Widerstände der Expirationsmuskeln in ihrer Kraft noch nicht überwunden werden, aber bei Steigerung des Druckes überwunden würden, wo also der positive innere Druck und die Widerstandskraft der Lungen und der gegenwirkenden Muskeln gleich sind. Solche Drucke werden jedoch nie verwendet, sondern man wendet nur die geringeren ($+ \frac{1}{60}$ Atmosphäre im Allgemeinen) Drucke an, bei welchen gewissermaassen noch ein Ueberschuss in den Widerständen bleibt, um so mehr als die Anwendung der Inspiration komprimirter Luft nicht bei gesunden, sondern mehr oder weniger schon gewebsskranken Lungen geschieht.

Durch den positiv einseitig von Innen heraus auf die Lungen ausgeübten höheren Druck kommen die Inspirationsmuskeln in der Weise wie unter normaler Athmung nicht zur Wirkung und selbstständigen Kraftäusserung, sie werden in ihrer Wirkung unterstützt.

Da in den Lungen immer eine mehr oder weniger grosse Menge Luft von der gewöhnlichen atmosphärischen Dichtigkeit vorhanden ist, während die künstlich komprimirte Luft einströmt, so wird zunächst die Dichtigkeit der einströmenden Luft durch die Vermischung mit der weniger dichten Residual- resp. Reserveluft in den Lungen abgeschwächt. Es stellt sich aber innerhalb der Lungen am Ende der Athmung (wenn der Apparat noch einige Sekunden mit den Lungen in Verbindung bleibt) meist der Dichtigkeitsgrad der Luft her, wie er im Apparat dem Drucke entspricht, so lange natürlich die Kompression in demselben noch unter der Kraft der natürlichen

Widerstände bleibt. Ist jedoch die Kompression im Apparat eine so hohe, dass die natürlichen Widerstände überwunden werden, so tritt eine zu grosse Dehnung des Lungengewebes und der Expirationsmuskeln ein, die Lunge wird widerstandslos aufgeblasen, verliert ihre Elasticität und es kann, besonders bei krankem Gewebe, nach fortgesetztem Gebrauch entsprechend zu hoher Kompressionen (wenn sie auch absolut niedrig erscheinen) ein Lungenemphysem mit allen seinen Veränderungen erzeugt werden. Und deshalb ist gerade eine grosse Vorsicht bei Anwendung komprimierter Luft zu Inspirationen nothwendig. Störk meint, dass bei einem zu hohen Drucke die Patienten freiwillig die Athmung unterbrechen, dadurch, dass sie die Glottis schliessen und die komprimierte Luft ungeathmet entweichen lassen. Freilich genügt dieser eigene Schutz nur für subjektiv als zu hoch fühlbare Kompressionen, es kann aber ein positiver Druck in kranken Lungen schon zu hoch sein, ohne dass es der Kranke fühlt. Deshalb niedrige Drucke für Einathmungen komprimierter Luft. Im Allgemeinen wendet man auch nur Kompressionen von $\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{50}$, kaum $\frac{1}{40}$ Atmosphäre an, je nach dem konkreten Fall. Die Wirkungen der Einathmung komprimierter Luft sind also folgende:

a) Die Inspirationsbewegung wird unterstützt.

b) Die Lunge und der Thorax wird erweitert, mehr als es bei der tiefsten Inspiration geschehen kann.

Waldenburg, Schnitzler und Biedert haben durch Zahlen nachgewiesen, dass mit der Kompression der Luft auch mehr Luft in die Lungen gebracht wird und dass das Mehr Hunderte bis 1000 und mehr Kubikcentimeter betragen kann. Dieselben haben an ihren Apparaten Versuche angestellt und

die Menge der Inspirationsluft nach tiefer und gewöhnlicher Ausathmung unter dem gewöhnlichen atmosphärischen Luftdruck und nach Einathmung komprimirter Luft gemessen. Es kommt die Erweiterung demnach auf die erhöhte Zufuhr von Luft, wie sich auch ohne solche Versuche mit derselben Sicherheit annehmen liess.

Die Umfangserweiterung des Thorax bei Einathmungen komprimirter Luft wurde ebenfalls durch Zahlen festgestellt. Nach Waldenburg's Beobachtungen wurde die gewöhnliche Exkursion um 3,5 Centimet. überstiegen.

Störk allein giebt eine sofortige Vermehrung des Luftquantums in den Lungen durch Inspiration komprimirter Luft nicht zu.

Waldenburg konstatirte ferner, dass die grössere Ausdehnung des Thorax und der Lungen proportional geht der angewendeten Luftkompression, wie auch der mehr oder weniger ergiebigeren der Inspiration vorausgehenden Tiefe der Expiration.

c) Die Lungenventilation wird erhöht, der Gasaustausch in den Lungen wird befördert.

Da mit der Einathmung komprimirter Luft auch ein grösseres Quantum von Luft den Lungen zugeführt wird, das sich mit der Residual- resp. Reserveluft vermischt, so tritt eine Erneuerung der Athemluft ein, die Lungen werden besser ventilirt. Die Ventilation ist jedoch bei der Expiration in verdünnte Luft eine stärkere.

Eine vermehrte Sauerstoffaufnahme ist innerhalb normaler Grenzen in Folge des erhöhten Gasaustausches nach physiologischen Erfahrungen nicht möglich, sie kann nur geschehen, wenn die Athmungsfläche krankhaft verkleinert und eingeschränkt war, so dass die normale Sauerstoffzufuhr eine Minderung erlitten hatte, die durch mechanische Wegbar-

machung der nicht athmenden Lungentheile gehoben wird. Ob diese konsekutiv chemische Wirkung überhaupt allgemein hoch anzuschlagen ist, lässt sich noch bezweifeln, da die Natur durch Erhöhung der Frequenz der Athemzüge eine mangelnde ausgiebigere Respiration ausgleicht und für die ganze Athmungszeit dies thut, während eine Athmung am Apparat nur für eine ganz kurze Zeit diese chemische Wirkung haben würde. Nur dort, wo ein Ausgleich durch Frequenz der Athemzüge nicht mehr möglich wird, kann diese chemische Wirkung nützlich werden und darauf beruht auch zum Theil die später erwähnte antidyspnoische Wirkung.

Ducrocq hat bei seinen Versuchen gefunden, dass durch Inspiration komprimirter Luft die Expiration erschwert wird. Die natürliche Elasticität der Lunge genügt seiner Meinung nach nicht mehr, um das grössere Volumen der inspirirten komprimirten Luft während einer normalen Expirationszeit auszutreiben, und es müssen zu diesem Zweck, was für gewöhnlich nicht bei der Expiration geschieht, die Bauchmuskeln mit zu Hülfe genommen werden. Die Hunde, mit welchen er experimentirte, wurden anfangs apnoisch und erst nach einer Weile, während welcher die Bauchmuskeln zur Unterstützung der Expiration mit in's Spiel traten, konnte die Respiration geregelt werden. Freilich operirte Ducrocq mit so hohen Drucken, wie man sie nicht therapeutisch verwendet (30—80 Millimet. Hg) und welche allerdings die Lungenelasticität so herabgesetzt resp. überwunden haben können, dass eine gewöhnliche Expiration nicht mehr gut auf Grund derselben möglich war und dass die Luft mit anderen Kräften aus den Lungen getrieben werden musste. Wir haben schon auf die Folgen zu hoher Drucke aufmerksam gemacht (siehe im Anfang dieses Abschnittes). — Momentan könnte man meinen, dass nach den Ducrocq'schen

Erfahrungen eine Erhöhung der Lungenventilation durch Einathmung komprimierter Luft nicht denkbar wäre, weil die Expiration erschwert werde. Dass diese aber bei Anwendung niedrigerer Drucke nicht erschwert wird, beweisen die pneumometrischen Messungen. Wir werden sehen, dass selbst der Expirationsdruck nach Inspirationen komprimierter Luft (mit — $\frac{1}{60}$ Atmosphäre) steigt.

Die bis jetzt angeführten Wirkungen sind nach ein- oder mehrmaliger Anwendung der Inspiration komprimierter Luft schon bemerkbar, eine methodische, Wochen und Monate lang fortgesetzte Einathmung komprimierter Luft hat bleibende Wirkungen, denn

d) die vitale Lungenkapazität wird bleibend erhöht.

Die Beobachtungen am Spirometer zeigen diese Wirkung zur Evidenz. Natürlich ist die Erhöhung der vitalen Lungenkapazität stets eine individuelle, sowohl der Person als dem Krankheitsfall entsprechende. Die bleibende Erhöhung der vitalen Lungenkapazität wird bedingt durch die habituell gewordene Erweiterung des Thorax und der Lungen.

An Gesunden sind die hieraufbezüglichen Beobachtungen bis jetzt nicht gemacht, sondern nur an Lungenkranken und besonders an solchen, bei welchen die Athmungsfläche der Lunge eine Einschränkung durch irgend einen pathologischen Process erfahren hatte oder wo von Jugend auf die Brust eine räumlich schwach entwickelte war.

Die Krankheiten, welche die meisten Zunahmen in der vitalen Lungencapazität aufweisen, sind in übereinstimmender Erfahrung: die Kompressionen der Lungen durch pleuritische Schwarten, das Lungenemphysem mit Bronchitis, Bronchitis, phthisischer Brustbau, chronische Verdichtungsprocesse in den Lungen.

e) Die pneumatometrischen Werthe werden bleibend höher.

Waldenburg beobachtete, dass die Inspirationskraft oft nach wenigen Wochen des Gebrauches der Einathmungen komprimirter Luft von 50—60 Millimet. auf 100—120 Millimet. und mehr stieg, in anderen Fällen eine auf 10—20 Millimet. gesunkene Inspirationskraft sich bis auf 50—70 Millimet. erhob. Alle anderen Beobachter berichten einstimmig in der Hauptsache das Gleiche und jeder Arzt, welcher die Erfolge seiner Heilmethode kontrollirt, kann sich davon überzeugen. Störk scheint auf die pneumatometrischen Werthe nicht viel zu geben.

Auch die Expirationskraft nimmt in den meisten Fällen zu, doch nicht in dem Grade wie die Inspirationskraft. Wo diese Zunahme jedoch hinter der Inspirationskraft entsprechend zurückbleiben soll, ist mit den Inspirationen komprimirter Luft aufzuhören, denn hier droht die Entwicklung einer Expirationsinsuffizienz, die sich durch Bildung eines Emphysem bei unbeobachteter Fortsetzung der Einathmungen ausdrücken kann.

Die Zunahme der Expirationskraft ist nach Waldenburg daraus erklärlich, dass durch die grössere Ausdehnung des Thorax die mittlere Inspirationsstellung desselben mehr nach Aussen gerückt ist, also für die forcirte Ausathmung eine grössere Exkursion und somit eine grössere Kraftentfaltung möglich ist. Ich möchte sie aber daraus ableiten, dass einfach die Expirationsmuskeln und das elastische Lungengewebe gekräftigt werden, weil sie durch Einathmung komprimirter Luft in fortwährendem erhöhtem Widerstandskampfe sich befinden.

Aus den physiologischen Wirkungen erklären sich noch einige therapeutische. Denn

f) die Inspiration komprimirter Luft wirkt

antidypnoisch, erstlich durch die gesteigerte Lungenventilation und den vermehrten und erhöhten Gaswechsel in der Lunge (siehe auch Seite 194), und dann zweitens dadurch, dass sie mechanisch und mit einer gewissen Gewalt durch Wegräumung der Hindernisse (des Sekretes bei bronchitischen Emphysemen, Bronchiten, Katarrhen) und durch Eröffnung verstopfter Luftwege die hinter dem Hinderniss und der Verstopfung liegenden Lungenpartien wieder für die Athmung zugänglich macht und durch Erweiterung verdichteten Lungengewebes das Athmungsgebiet wieder vergrössert, sowie die bei Katarrhen und Bronchiten bestehende, den Luftverkehr hemmende, das Bronchiallumen verengernde Schleimhautschwellung mindert. Die Wirkung ist hier eine mechanisch-chemische. Der Lufthunger wird gestillt und die Dyspnöe schwindet oft ganz oder für längere Zeit, bleibt aber immer geringer.

g) Die Inspiration komprimirter Luft wirkt exspektorationsbefördernd. Dadurch, dass die Luft an den die Bronchien verschliessenden Schleimhautpfröpfen vorüberdringt, wird für die nächste Ausathmung eine vis a tergo geschaffen, die den Schleim weiter nach oben führt (Biedert, Sommerbrodt, Waldenburg u. A.).

2) Expiration in verdünnte Luft.

Die subjektiven Erscheinungen bei der Expiration in verdünnte Luft sind Gefühle, als ob der Brustkorb zusammengepresst und der Bauch nach der Brust hinaufgedrückt würde. Das Gefühl des Hinaufgepresstwerdens macht sich am meisten bei den seitlichen und vorderen Partien des Thorax bemerkbar. Bei der Expiration in stärkere Verdünnungen treten unan-

genehme zusammenschnürende Empfindungen und Schmerzen in den Brustwandungen ein.

Sehr leicht verständlich sind die objektiven Erscheinungen. Durch die Expiration in verdünnte Luft wird:

a) mehr Luft den Lungen entzogen als bei einer normalen Ausathmung. Das in verdünnte Luft ausgeathmete Luftquantum ist stets grösser als wie das bei gewöhnlicher Ausathmung gewonnene Maass der vitalen Lungenkapazität. Je grösser die angewendete Verdünnung ist, um so grösser ist auch das ausgeathmete Luftquantum.

Die grössere Menge Luft, welche bei der Expiration in verdünnte Luft den Lungen entzogen wird, gehört der sogenannten Residualluft an und beträgt nach den Untersuchungen verschiedener Beobachter einige hundert, selbst einige tausend Kubikcentimet. mehr als die vitale Lungenkapazität bei normaler Ausathmung.

Bei einer vitalen Lungenkapazität von 3000—4000 Kubikcentimet. können nach Waldenburg's Untersuchungen schon durch Ausathmung in wenig verdünnte Luft ($\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{50}$ Atmosphäre) 500—1000 Kubikcentimet. der Residualluft entzogen werden; bei einer stärkeren kann das Quantum weit über 1000 Kubikcentimet. und selbst bis über 2000 Kubikcentimet. sich steigern. Biedert führt ähnliche Zahlen an und im Allgemeinen werden diese Angaben von allen anderen Sachverständigen bestätigt.

Waldenburg fand bei seinen Untersuchungen, dass die Menge der Residualluft unter physiologischen Verhältnissen bei Weitem grösser ist, als sie von den Physiologen überhaupt angegeben wird. Denn die mittelst Expiration in verdünnte Luft entzogene Menge Residualluft bildet immer erst einen Bruchtheil der wirklich vorhandenen Menge.

Die Expiration in verdünnte Luft bewirkt nach dem Erörterten eine bedeutend verstärkte Luftentleerung der Lunge, und zwar eine so bedeutende, wie sie durch kein anderes Mittel möglich wird. Nur die Gerhardt'sche Methode (siehe daselbst) vermag eine ähnliche Wirkung hervorzubringen.

Dass diese Wirkung von ganz unberechenbarem Werth bei einigen Respirationskrankheiten ist, werden wir später im speciellen therapeutischen Theil sehen.

b) Der Gasaustausch in den Lungen wird befördert; die Lungenventilation wird erhöht.

Dass die Lungenventilation durch die Expiration in verdünnte Luft eine sehr ergiebige sein muss, geht aus dem Vorhergehenden klar hervor. Da die Residualluft am reichsten an Kohlensäure ist und die Residualluft in bestimmten Krankheitsfällen sehr erhöht wird, so muss die Expiration in verdünnte Luft, indem sie die Residualluft auspumpt, die Lungen in höherem Grade und mehr ventiliren als irgend ein anderes Mittel. Aber nicht nur durch das Aussaugen der in den Lungen stagnirenden Luft allein wird die Lungenventilation vermehrt, sondern auch dadurch, dass auf eine tiefe, künstlich ergiebig gemachte Expiration eine ebenso kräftige Inspiration folgen muss, welche alle Theile der Lungen mit frischer neuer Athemluft ausfüllt.

G. v. Liebig hält diese letztere Wirkung für die wichtigste und schreibt ihr auch eine hauptsächlich chemische Wirkung nur zu.

c) Die Lunge wird durch die Ausathmung in verdünnte Luft beträchtlich retrahirt, weit mehr als es bei einer gewöhnlichen Expiration geschieht. Die Lunge verkleinert sich, das Zwerchfell steigt höher, der Thoraxumfang nimmt ab.

Waldenburg hat die Verkleinerung des Thoraxumfanges

gemessen. Er fand bei einer Verdünnung von $\frac{1}{40}$ Atmosphäre eine Verminderung um 2 Centimet., von $\frac{1}{24}$ Atmosphäre eine solche um 3 Centimeter.

Das Höhersteigen des Zwerchfelles ist perkutorisch während einer Expiration in verdünnte Luft schon nachweisbar.

d) Den Expirationsmuskeln wie der natürlichen Lungenkontraktilität wird durch Ausathmung in verdünnte Luft bei ihren Retraktionsbestrebungen zu Hülfe gekommen, indem der Widerstand durch Entziehung der Luft abgeschwächt wird. Die Expiration wird unterstützt.

Alle Wirkungen von a—d sind schon nach einer Expiration oder nach einigen Expirationen in verdünnte Luft bemerkbar. Durch andauernden, methodischen Gebrauch dieser Athmungsart bleiben aber die Wirkungen nachhaltig und werden habituell.

Die Lungenkapazität wird bleibend erhöht, was mittelst Spirometer unzweideutig nachweisbar ist. Die Lungen bleiben dauernd verkleinert, was perkutorisch ersichtlich ist. Der Expirationsdruck am Pneumatometer erfährt eine bleibende Erhöhung.

Alle die auf die nachhaltige Wirkung bezüglichen Beobachtungen sind nicht an gesunden Lungen gemacht, sondern zumeist an emphysematisch erkrankten. Die Lungenemphyse geben, wie aus den Wirkungen der Expirationen in verdünnte Luft leicht verständlich ist, die wichtigste Indikation für die Anwendung dieser Methode ab und wir werden specieller im therapeutischen Theil, bei den Indikationen, darauf zurückkommen.

Vom allgemeinen therapeutischen Gesichtspunkte aus müssen wir noch einer Wirkung gedenken, welche auf Grund

der vorher entwickelten Wirkungen der Expiration in verdünnte Luft zukommt: der antidypnoischen. Eine Dyspnöe, welche auf einer Schwäche der Expirationskraft beruht, kann nicht wirksamer bekämpft werden, als durch Unterstützung der Expiration in verdünnte Luft. Diese bewirkt lediglich eine Auspumpung der Expirationsluft, eine Entleerung der an Kohlensäure überreichen Residual- und Reserve- luft und konsekutiv Zufuhr einer grösseren Menge neuer Athemluft während der nachfolgenden normalen tiefen Inspirationen.

Die antidyspnoische Wirkung wird aber auch eine bleibende insofern, als durch den methodischen Gebrauch der Expirationen in verdünnte Luft die Ausathmungskraft, die Kontraktilität der Lungen gestärkt und gekräftigt wird.

3) Inspiration verdünnter Luft.

Waldenburg allein wendete die Inspirationen verdünnter Luft an und von ihm stammen auch die beobachteten Wirkungen.

a) Bei der Inspiration verdünnter Luft wird ein kleineres Luftquantum als wie bei der gewöhnlichen Inspiration eingeathmet. Je stärker die Verdünnung ist, desto kleiner wird das eingeathmete Luftquantum. Sehr hohe Luftverdünnung muss zuletzt Apnöe bewirken.

Dadurch, dass die Lungen durch die Inspirationswirkung das nöthige Luftquantum zu erhalten suchen, werden die Inspirationsmuskeln zu einer erhöhten Thätigkeit angeregt, sie werden

b) gekräftigt. Die angestrengte Thätigkeit der Inspirationsmuskeln während der Inspiration verdünnter Luft ist

deutlich am Hals und Thorax durch das stärkere Hervortreten und die stärkere Spannung derselben zu sehen. Das Jugulum, die Supraklavikulargruben und die Zwerchfellgegend werden eingezogen.

c) Die Lungenventilation wird vermindert.

Waldenburg hält die Inspiration verdünnter Luft für das intensivste Verfahren zur Stärkung der Inspirationsmuskeln.

Beobachtungen am Pneumatometer und am Spirometer (über Zunahme der vitalen Lungenkapazität) fehlen bis jetzt. Zunahme des Inspirationsdruckes vermuthet Waldenburg a priori, ebenso glaubt derselbe eine Zunahme der vitalen Lungenkapazität annehmen zu können, indem eine Kräftigung der Inspirationsmuskeln (nach methodischer fortgesetzter Anwendung von Inspirationen verdünnter Luft) zu einer erhöhten Inspirationskraft mit daraus folgender stärkerer inspiratorischer Erweiterung führen muss, durch welche den Lungen mehr Luft zugeführt wird.

4) Expiration in komprimirte Luft.

Durch Expiration in komprimirte Luft wird nach Waldenburg

a) die ausgeathmete Luftmenge herabgesetzt, und zwar unter das Maass der vitalen Lungenkapazität. Mit Zunahme der Verdichtung nimmt auch die Expirationshinderung zu und mit stärkeren Verdichtungen kann sich Apnöe verbinden.

b) Die Lungenventilation wird, wie Jedermann deutlich sein wird, bedeutend vermindert.

c) Die Expirationsmuskulatur wird durch die

Expirationsanstrengungen gegen das Hinderniss — die verdichtete Luft — geübt und demzufolge gekräftigt.

Ob der Expirationsdruck am Pneumatometer steigt, konnte Waldenburg noch nicht beobachten, der Theorie nach müsste er mit der kräftigeren Entwicklung der Expirationsmuskeln zunehmen. Da aber der Expirationsdruck nicht von der Expirationsmuskulatur allein, sondern mehr noch von Lungenelasticität abhängt, diese freilich kaum wohl eine Erhöhung durch eine gehemmte Expiration erfahren dürfte, so ist es wohl meiner Ansicht nach wahrscheinlich, dass der Expirationsdruck abnimmt.

Dasselbe gilt auch aus denselben Gründen für die Frage über die Zunahme der vitalen Lungenkapazität.

Sowohl die Inspiration verdünnter Luft wie die Expiration in komprimirte Luft haben bis jetzt allgemeine Anwendung noch nicht gefunden. Schnitzler bestreitet geradezu obige Wirkungen im Allgemeinen und hält diese beiden letzteren Methoden für therapeutisch kaum verwerthbar.

II. Mechanische Wirkung auf die Blutcirculation und das Herz.

Die Wirkungen der pneumatischen Apparate, sowohl der komprimirten wie der verdünnten Luft, auf die Circulation sind keineswegs so einfach und klar, als wie die auf die Respiration.

Die Ansichten und die Resultate der experimentellen Beobachtungen über die Wirkung des veränderten einseitigen Luftdruckes auf die Circulation sind deshalb auch nicht übereinstimmende.

Experimentelle Untersuchungen über den mechanischen

Einfluss des veränderten einseitigen Luftdruckes auf Herz und Blutcirculation durch Athmung komprimirter und verdünnter Luft wurden schon 1870 von Gréhant und 1871 von H. Quinke und E. Pfeiffer (Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv. 1871. 1. H.) gemacht, später beschäftigten sich speciell mit der Erforschung dieses Gegenstandes L. Waldenburg, Hänisch, Drosdoff und Botschetschkaroff, Dührssen, von Liebig, J. Schnitzler, K. Störk, Ducrocq, Riegel und Frank.

Vergegenwärtigen wir uns erst den Einfluss der gewöhnlichen, unter dem atmosphärischen Luftdruck vor sich gehenden, Respiration auf die Circulation. Denn nur durch die Athmung resp. durch die Lungen wird, wie bekannt, der Druck auf Herz und Blutcirculation vermittelt.

So lange die Einathmung dauert, ist die in den Lungen enthaltene Luft nicht so dicht als die atmosphärische. Das Einathmen ist vollendet, wenn nahezu (d. h. abgerechnet den Druck, den die elastischen Lungenbläschen auf die darin enthaltene Luft ausüben) der Druck der beiden Luftsäulen sich ausgeglichen hat. Während des Einathmens erleidet das Herz von der in den benachbarten Lungen befindlichen verdünnten Luft einen geringeren Druck; es dehnt sich leichter aus. Hierdurch dringt während des Einathmens das Venenblut leichter ins Herz zurück, das Arterienblut wird mit geringerer Kraft ausgestossen. Der Blutdruck im Aortensystem wird während der Inspiration vermindert. —

Beim Ausathmen erleidet das Herz einen vermehrten Druck, wodurch die Rückkehr des Venenblutes zum Herzen erschwert wird; die äusseren Venen schwellen daher an, und wenn sie angestochen werden, fliesst das Blut stärker aus ihnen heraus. Man bemerkt, dass nach einer Venäsektion

während der Expiration, beim Husten, Niessen etc. das Blut aus der Vene in grösseren Bogen fliesst. Man kann den Druck auf das Herz künstlich dadurch vermehren, dass man nach tiefer Inspiration sich Mund und Nase zuhält und dabei alle Expirationsmuskeln wirken lässt. Hierdurch entsteht ein so grosser Druck auf das Herz und die grossen Gefässe, dass die Blutmenge in denselben auf ein Minimum reducirt wird, die Herztöne nicht mehr gehört werden, dann auch der Puls nicht mehr gefühlt wird. Der Blutdruck in der Aorta wird bei der Expiration erhöht.

Simonoff glaubt auch, dass diese letztere Manipulation (Valsalva'scher Versuch) die Einathmung komprimirter Luft bis zu $\frac{1}{40}$ Atmosphärenüberdruck ersetzen könne und hält die künstliche Inspiration komprimirter Luft deshalb für überflüssig.

Nachdem wir nun die Druckwirkung einer gewöhnlichen Respiration auf Herz und Blutcirculation kennen gelernt haben, können wir uns auch besser veranschaulichen, wie eine durch Athmung mit verschieden dichter Luft abgeänderte Druckwirkung auf Herz und Blutcirculation sich gestaltet. Die Wirkung selbst ist ebenfalls, wie bei der Respiration, eine mechanische.

Wie wir schon erwähnten, gehen die Beobachtungen über die Wirkung der Athmung komprimirter und verdünnter Luft auseinander, stehen einander mehr oder weniger gegenüber.

Waldenburg studirte zuerst den Einfluss der komprimirten und verdünnten Luft auf Herz und Blutcirculation, machte Versuche, welche dahin gerichtet waren, zu entscheiden, ob und wie die in einer elastischen Membran befindliche Luft oder tropfbare Flüssigkeit auf eine Druckerhöhung oder Druckerniedrigung reagirt, welche die Luft einer anderen elastischen Membran betrifft, die mit der ersteren Membran in unmittel-

barem oder mittelbarem luftdichten Kontakt steht; er untersuchte, nachdem Hänisch vor ihm es bereits mit gleichen Resultaten gethan hatte, mit dem Sphygmograph die Einwirkungen der Athmung mit komprimirter und verdünnter Luft auf Herz und Blutcirculation und kam zu den Resultaten, wie wir sie mit unseren Erläuterungen verbunden verfolgen werden. In wie weit dieselben richtig sind können wir zur Zeit nicht entgültig beurtheilen, sie scheinen uns aber a priori die richtigen zu sein, trotzdem dass Drosdoff*) und Botschetschkaroff auf Grund ihrer kymo-

*) Drosdoff und Botschetschkaroff kamen bei ihren kymographischen Untersuchungen an Hunden bei Einathmung der komprimirten Luft zu folgenden Sätzen: 1) Die Veränderungen der Athmungsbewegungen bei den höchsten wie bei den niedrigsten Graden der komprimirten Luft gehen in gleicher Weise vor sich. Die Athmungswellen wurden länger und tiefer als die normalen und überhaupt der ganze Akt der Athmung war langsamer. 2) Der Blutdruck fällt sofort, sobald das Thier die komprimirte Luft einzuathmen anfängt und bleibt vermindert, so lange die Einathmung der komprimirten Luft dauert. Nachdem die Trachea, mit welcher der Apparat (Waldenburg'sche) in Verbindung gesetzt war, vom Apparat getrennt worden ist, hebt sich auf kurze Zeit der Blutdruck über die Norm und wird dann wieder normal. 3) Bei Reizung eines sensiblen Nervs — der nervi ischiadici — und beim Durchschneiden eines der beiden n. vagi hat die Einathmung der komprimirten Luft dieselbe Wirkung auf den Blutdruck wie früher. — 4) Bei allen Graden der Kompression der einzuathmenden Luft, die durch den Waldenburg'schen Apparat zu erhalten sind, sinkt der Blutdruck. 5) Die Zahl der Herzschläge nimmt während der Einathmung komprimirter Luft zu und nach dem Aufhören der letzteren auf kurze Zeit wieder ab. 6) Die Arbeit des Herzens bei der Einathmung der komprimirten Luft ist vermindert, wie aus der Verminderung der Höhe der systolischen Steigerung entnommen werden kann. 7) Die Einwirkung der komprimirten Luft ist eine ganz mechanische auf die Blutcirculation und das Herz, denn die Resultate bleiben dieselben bei Athmung mit Wasserstoff. 8) Der negative Druck des Brustkorbes, wie im Akt der Ausathmung der komprimirten Luft, bleibt vermindert im Vergleich mit dem normalen; zu gleicher Zeit vergrößert sich die Stockung in den Venen und der Druck in denselben. 9) Während des Einathmens der komprimirten Luft wird das Lungengewebe blasser und die Lunge wird sogar

bd e e bd e

q e e pq e e pq e e pq

bd e e bd e e bd e e bd

e pq e e pq e e pq e e pq

graphischen Untersuchungen an Hunden in einzelnen Punkten zu anderen Resultaten kamen und die von vornherein durch

ganz weiss, wovon man sich überzeugen konnte, wenn man ein kleines Stück der Rippen vorsichtig resecirte.

Die Athmung verdünnter Luft hat einen ganz entgegengesetzten Einfluss auf den Athmungsprocess und auf den Blutkreislauf der Thiere. In den betreffenden Experimenten wurden nur Ausathmungen in verdünnte Luft vorgenommen; die Einathmungen geschahen in gewöhnlicher Luft. Die Luftverdünnung war — $\frac{1}{40}$ Atmosphäre. Die Ergebnisse sind: 1) Das Athmen in verdünnter Luft geschah weniger tief, das Ausathmen war weniger ausgiebig und der ganze Akt der Athmung verkürzte sich bedeutend (steht in Widerspruch mit allen Beobachtungen unter normalen Verhältnissen am Menschen und es müssen deshalb auch die kymographischen Resultate andere sein). 2) Der Blutdruck im Aortensystem wurde gesteigert bei Ausathmung in verdünnte Luft, sowohl nach Durchschneiden als ohne Durchschneiden der n. vagi. 3) Die Herzschläge wurden unregelmässig, etwas langsam und die systolischen Steigerungen wurden höher als normal. 4) Ein Anhäufen des Blutes in den Venen und eine Steigerung des Blutdruckes in denselben wurde bei dem Ausathmen in verdünnte Luft in den Untersuchungen nicht beobachtet.

Die experimentellen Untersuchungen von Drosdoff und Botschetschkaroff haben also zu Resultaten geführt, welche denen Waldenburg's zum grössten Theil entgegengesetzt sind. Nur hinsichtlich des Einflusses der mit dem Apparat zu erreichenden höchsten Druckgrade stimmen jene Autoren mit Waldenburg überein, in Uebereinstimmung überhaupt sind sie aber mit früheren Beobachtern (Dührssen, Gréhant, Weber). Wir glauben, dass die Experimente von Drosdoff und Botschetschkaroff doch auf Fehlern in der Leitung der Athmung zwischen Apparatluft und Hundetrachea beruhen und haben theilweise unsere Aussetzungen und Bedenken angedeutet. — Zusammengekommen ergeben die Untersuchungen von Drosdoff und Botschetschkaroff bei Einathmung komprimirter Luft:

1) Der niedrigste Grad der Kompression der einzuathmenden Luft befördert die Vergrösserung des negativen Druckes in der Brusthöhle und vermindert damit den Blutdruck im Aortensystem. — 2) Der mittlere Grad der Kompression der einzuathmenden Luft dehnt schon aktiv die Lungen aus, vermindert den negativen Druck in der Brusthöhle, wie im Akt der Einathmung, so auch im Akt der Ausathmung; hiermit wird die Ansaugungsthätigkeit des Brustkorbes während des ganzen Aktes der Athmung erschwert und folglich wird auch der Uebergang des Blutes aus den Venen in die Arterien vermindert, womit auch das Sinken des arteriellen Druckes und die Stockung des Blutes in den Venen erklärt wird. — 3) Die höchsten Grade der Kompression der einzuathmenden Luft können schon das Lungengewebe so ausdehnen, dass die Gefässe,

Dührssen gegen die Waldenburg'schen Angaben gemachten Einwendungen bestätigten.

Auf Seite der Letzteren steht auch Ducrocq*), während für die Waldenburg'schen Deduktionen fast alle übrigen Autoren (Schnitzler, Störk etc.) zu stimmen scheinen. Ja, selbst die Untersuchungen von Quinke und Pfeiffer verleiten zu den Waldenburg'schen Annahmen**). — Therapeutisch ist dieser ganze Meinungsgang fast gleichgültig; denn auch wir glauben mit anderen Autoren, dass die Druckwirkung auf Herz und Blut-

cirkulation wesentliche therapeutische Anwendung resp. Erfolge die sich darin befinden, sich in die Länge ausdehnen, dadurch in ihrem Lumen verändert und zusammengepresst werden, wodurch der Uebergang des Blutes aus den Venen in die Arterien verhindert wird. — Ausserdem finden die genannten Autoren, dass die Waldenburg'schen Experimente nicht ihre Untersuchungen widerlegen, sondern bestätigen.

*) Ducrocq machte an Hunden sehr eingehende kymographische Untersuchungen über das Verhalten des Blutdruckes und der Blutcirkulation unter Einathmung komprimirter Luft. Derselbe wendete jedoch Drucke von 30—80 Millimeter Hg. an, so dass die Resultate zur Beurtheilung der Wirkungen niedrigerer Drucke kaum maassgebend sein können. Von allen seinen Experimenten giebt er graphische Darstellungen. Ducrocq fand: 1) Fallen des Blutdruckes im Aortensystem; 2) Verminderung des Blutzufusses in das Aortensystem; 3) bedeutende Vermehrung des Blutzufusses aus den venösen Gefässen ins rechte Herz; 4) Hemmung der Lungenblutcirkulation. Das rechte Herz kann nicht mehr den Druck überwinden, welcher auf die Lungenkapillaren einwirkt; 5) Anhäufung des Blutes im rechten Herzen und den Thoraxvenen. Die Jugularvenen sind aufgetrieben und strotzend; 6) die Pulsfrequenz unterliegt grossen Modifikationen. Der Puls ist sehr frequent, wenn der Druck der eingeathmeten Luft nicht sehr stark ist; er kann im Gegentheil verlangsamt werden, wenn der Druck mehr als 50 Millimet. Hg. beträgt. Dass die Thiere auch unter so hohen Drucken starben und sterben können und dass dieser Zufall auch den Menschen unter solchen hohen Druckeinflüssen treffen kann, braucht wohl kaum erst erwähnt zu werden. Zur Berichtigung der unter viel niedrigerem Drucke und an Menschen gemachten Beobachtungen, welche ausserdem noch anderweitig experimentell bestätigt und kontrollirt sind, können die Ducrocq'schen Resultate nicht dienen.

**) Die Riegel-Frank'schen sphygmographischen Untersuchungen siehe im „Nachtrag“ am Schluss des Werkes.

nicht zu erwarten hat. Wir müssen indess der Vollständigkeit wegen Alles erwähnen und deshalb geben wir auch in den Anmerkungen die durchaus nicht unwichtigen Resultate der gegnerischen Auseinandersetzungen.

1) Wirkung der Inspiration komprimirter Luft.

Dass die Verhältnisse ganz andere werden müssen, wenn der bei der normalen Inspiration negative Lungendruck durch einen positiven Druck von Innen heraus abgeschwächt und selbst ergänzt wird, versteht sich von selbst. Wir haben gesehen, dass bei der normalen Inspiration die Luft aus der Atmosphäre angesaugt wird (Inspirationszug). Bei der Inspiration komprimirter Luft findet das Ansaugen weniger statt, die Luft strömt vermöge ihres künstlich erhöhten Druckes, während der Druck auf den Thorax geringer ist, mit einer dem mehr oder weniger grösseren Kompressionsdruck entsprechenden Gewalt ein. Der Vorgang ist gerade ein umgekehrter als bei der normalen Inspiration, die durch Zug zu Stande kommt, wobei in den peripherer gelegenen Lungen-theilen die Luft verdünnt wird. Die Druckwirkungen der Einathmung komprimirter Luft müssen den Druckwirkungen einer normalen Expiration mehr oder weniger ähnlich und gleich werden. Diese Druckwirkung kommt, wie schon an anderen Orten erwähnt, erst voll zur Geltung, wenn die Einathmung vollendet ist und einige Sekunden der Apparat mit den Respirationsorganen in Verbindung bleibt. Die Luft der Lunge und die des Apparates gleichen sich in ihren Dichtigkeiten erst dann voll aus und der Druck überträgt sich in fast gleichem Grade auf die ganze Lunge, wobei noch die natürlichen Widerstände der Kompression entgegenkommen. Mehr oder weniger

bestätigen dies auch die Untersuchungen von Quinke und Pfeiffer. Die Wirkungen der Einathmungen komprimirter Luft sind demnach folgende:

a) Ein positiver Druck auf die Lungen von Innen heraus erschwert die kapillare Blutcirculation in den Lungen, steigert die Herzkraft für die Systole, erhöht den Druck in dem Aortensystem und erleichtert die Arbeit des Herzens. — Der Puls wird in Folge dessen hart und Waldenburg konnte bei Auskultation während der Inspiration komprimirter Luft vernehmen, dass die Herztöne lauter wurden. Wie schon erwähnt, wurden diese Wirkungen von Waldenburg und Hänsch sphygmographisch bestätigt. — Es folgt daraus ferner, wie aus den vorhergehenden Deduktionen:

b) dass durch die Inspirationen komprimirter Luft der Abfluss aus den Venen in den rechten Vorhof gehemmt wird, derselbe weniger Blut erhält. Diese Wirkung beruht darauf, dass die Inspirationskraft der normalen Inspiration bei Einwirkung eines positiven Druckes durch die Inspiration komprimirter Luft abgeschwächt wird. Ein sehr starker Druck kann sogar die Inspirationskraft aufheben und das Leben in Gefahr bringen.

Während bei der normalen Inspiration oberflächlich gelegene grössere Venen (Jugularvenen) zusammensinken, da die gewöhnliche Inspiration die Aspiration unterhält, so sieht man bei Inspiration komprimirter Luft dieselben anschwellen und sich füllen. Wie wir bereits Eingangs erwähnten, sind dieselben Erscheinungen bei der normalen Expiration nur in etwas geringerem Grade zu beobachten.

c) Unter dem Gebrauch der komprimirten Luft wird die Blutfülle im Aortensystem vermehrt, die Arterien erscheinen umfänglicher, der Puls wird voller,

anfangs gross, dann klein und gespannt mit dem Ausgleich der Dichtigkeit zwischen Lungenluft und Kompressionsluft im Apparat.

Es ist dies ebenfalls eine Folge des unter a gegebenen Satzes. Der Gesamteffekt des Einflusses der Inspiration komprimirter Luft ist nach alledem:

vermehrte Blutfülle im grossen, verminderte im kleinen Kreislauf, Verminderung des Lungenblutstrombettes (Schnitzler, Störk, Quinke und Pfeiffer, von Liebig, Waldenburg u. A.).

Alle die genannten Wirkungen gehen proportional der Luftkompression.

Waldenburg vergleicht die Einwirkung der Inspiration komprimirter Luft mit einer innerhalb des Thorax an den Lungen ausgeführten Blutentziehung (Drosdoff und Botschetschkaroff fanden die Lungen ganz bleich, siehe Seite 207, Anmerkung), die sich von einer wirklichen Blutentziehung nur dadurch unterscheidet, dass das Blut nicht verloren geht, sondern im übrigen Körper vertheilt wird.

Die Beobachtungen über die Pulsfrequenz unter dem Einfluss der Inspiration komprimirter Luft sind verschieden. Waldenburg bemerkte meist eine Verlangsamung des Pulses und schliesst daraus eine Herabsetzung der Schnelligkeit des Blutlaufes, und diese wieder erklärt er sich aus der besseren Lungenventilation bei Inspirationen komprimirter Luft, durch welche der Gaswechsel (Sauerstoffzu- und Kohlensäureabfuhr) erhöht wird und die Oxygenirung und Dekarbonisirung des Blutes vollständiger erfolgt als unter normalen Verhältnissen. Das Bedürfniss nach einem schnelleren Blutumlauf wird nach ihm dadurch abgeschwächt.

Schnitzler beobachtete keine Veränderung in der Pulsfrequenz bei Inspirationen komprimirter Luft.

Die auseinandergehenden Beobachtungen beruhen darauf, dass die Einwirkung auf den Puls nicht bloss eine mechanische ist, sondern dass die Schnelligkeit desselben zum grössten Theil oder einzig und allein vom Nervensystem regulirt wird.

Ducrocq und Riegel-Frank beobachteten überhaupt ein verschiedenes Verhalten des Pulses (siehe Seite 206—208, Anmerkungen).

Ueber die Dauer der sämtlichen Wirkungen auf Herz und Blutcirculation lässt sich Waldenburg besonders und zwar dahin aus, dass die Wirkungen nicht nach der Inspiration komprimirter Luft verschwinden, sondern noch während der Expiration in atmosphärische Luft anhalten, also innerhalb einer ganzen methodischen Athmung mit Inspirationen komprimirter Luft und Ausathmungen in atmosphärische Luft bleiben. Nur der Puls wurde während der Expiration etwas voller und weniger gespannter als am Ende der Inspirationen. Waldenburg erklärt diese Fortdauer der Wirkungen während der Expiration daraus, dass das mit der Inspiration komprimirter Luft den Lungen vermehrt zugeführte Luftquantum durch die sonst nicht weiter gewordenen Ausflusssröhren (Trachea, Bronchien) ausströmen müsse. Es muss der Druck erhöht bleiben, ganz in derselben Weise als ob in komprimirter Luft expirirt wurde. Schnelle und tiefe Expiration nach Inspiration komprimirter Luft erhöht den Effekt, [eine schwächere oder langsamere erniedrigt ihn. Es kann sogar bei schneller Expiration nach Inspiration mässig komprimirter Luft letztere Druckhöhe während der Expiration überstiegen werden. Waldenburg beobachtete während der Expiration in gewöhnliche Luft nach Inspiration komprimirter Luft nicht selten härteren und volleren Puls, strotzendere Venen als bei der Inspiration komprimirter Luft.

.jt.

"ff" "ff" "ff"
.jt. .jt. .jt.

"ff" "ff" "ff"

Meiner Ansicht nach erklärt sich die Fortdauer der Erscheinungen während der Expiration daraus einfacher, dass der an und für sich unter normaler Athmung schon fast nicht mehr negative, sondern eher positive Expirationsdruck mit seiner den Blutdruck im Aortensystem erhöhenden Wirkung proportional mit dem durch die Inspiration komprimirter Luft ebenfalls zu einem fast positiven umgewandelten Inspirationsdruck steigen muss. Wir haben, um es zu wiederholen, gezeigt, dass der normalerweise negative Inspirationsdruck durch Einathmung komprimirter Luft mehr oder weniger in einen positiven verwandelt wird.

Waldenburg zeigte, wie wir später sehen werden, dass die Expiration in komprimirte Luft nach dem Einathmen gewöhnlicher Luft die gleichen Wirkungen auf Herz und Blutcirculation hat, wie die Inspiration komprimirter Luft.

Eine Nachwirkung auf die Blutcirculation nach dem methodischen Gebrauche der Inspirationen komprimirter Luft lässt sich für eine halbe bis ganze Stunde (nach Waldenburg) konstatiren; nach häufigerem Gebrauch wird die Wirkung jedoch immer mehr andauernd. Waldenburg beobachtete ziemlich häufig zumal bei Herzkranken eine dauernde Steigerung in der Spannung und Fülle des Pulses der Art, dass die Nachwirkung der vorhergehenden Sitzung noch nicht beendet war, als die folgende begann. Wurde die Kur lange genug gebraucht, so konnte oft Wochen und Monate eine Nachwirkung beobachtet werden. Waldenburg glaubt, dass durch den Gebrauch der komprimirten Luft nicht nur der gestörte Blutlauf zeitweise regulirt wird, sondern dass auch die Herzmuskulatur an Nachhaltigkeit gewinnt, gerade in der Weise, wie ein anderer Muskel durch Uebung kräftig wird. Die kompensatorische Hypertrophie bei Herzkrankheiten, wenn schon

in der Natur eine Hinneigung erkennbar ist, wird unterstützt, ebenso wie andererseits durch die pneumatische Methode schon bestehende Kompensationen korrigirt werden können.

Waldenburg glaubt sich zu dieser Annahme berechtigt durch seine therapeutischen Erfolge und durch seine Beobachtungen, dass die Steigerung der Pulsspannung nachhaltig ist. Er konnte in einigen Fällen auch durch Perkussion eine Verbreitung der Herzdämpfung nachweisen.

Schnitzler stimmt allen diesen Auseinandersetzungen nicht bei, er hat nur vorübergehende Besserungen bei Herzkranken beobachtet. Hänisch dagegen ist mit Waldenburg vollkommen einverstanden. Darüber bei den Indikationen.

Biedert berichtet ganz neuerdings seine Erfahrungen hinsichtlich der therapeutischen Wirkung der Inspiration komprimirter Luft auf das blutüberfüllte Gewebe der Respirationsorgane. Derselbe schreibt der komprimirten Luft ausser der blutentleerenden (antihyperämischen) Wirkung noch die eines Reizmittels besonders auf chronisch entzündliche Processe zu. Auch die verdünnte Luft wirkt in gleicher nur stärkerer Weise.

Die Hauptursache des Reizes ist das energische Ein- (resp. Aus-) strömen der Luft (dynamische Wirkung) oder die rasch sich zweimal ändernde Blutcirculation (beim Beginn wie beim Ende der Athmung, wo wieder ganz veränderte Druckverhältnisse eintreten).

Biedert beobachtete Reizungserscheinungen in nicht besonders angenehmer Weise bei akut exacerbirenden chronischen Katarrhen, wo selbst Hämoptoë in einem Falle auftrat. Bei einem anderen Falle mit asthmatischem Katarrh trat nach Expiration komprimirter Luft und nach Expiration in verdünnte Luft 24stündiges Asthma ein. Bei einem 3. Falle — einer chronischen Bronchitis — wo seit zwei Tagen in Folge

clg tr clg

clg tr clg tr clg tr clg

clg tr clg tr clg tr clg

clg tr clg tr clg tr clg

Wind und Staub wieder mehr Beschwerden eintraten, wurde ebenfalls komprimierte Luft als Einathmung mit entschiedenem Misserfolge angewendet. Dennoch ist nach Biedert diese Wirkung in geeigneten Fällen heilbringend, insofern als ein Reizmittel alterierend auf die gesammte sonst wenig zugängliche Bronchialschleimhaut wirkt, die erschlafften Kapillaren (z. B. bei einem chronischen Bronchialkatarrh) zur Kontraktion anregt, die Blutcirculation ändert und belebt, die Stase hebt. Das Ganze erinnert Biedert an die koupleirende Wirkung des Kalomels und der Pagenstecher'schen Salbe bei phlyktänulären Bindehaut- und oberflächlichen Hornhautentzündungen. Wie aber auch hier das heftige Reizstadium erst vorübergegangen sein muss, so darf der Reiz der pneumatischen Therapie nicht zu einer heftigen frischen Entzündung geführt werden, sondern es muss das Ueberschreiten der Akme erwartet und in zweifelhaften Fällen mit schwachem Druck und kürzeren Sitzungen begonnen werden.

2) Wirkung der Expiration in komprimierte Luft auf Herz und Blutcirculation.

Bereits im ebenbeendeten Abschnitt haben wir gelegentlich angedeutet, dass die Expiration in komprimierte Luft dieselben Einflüsse auf Herz und Blutcirculation ausüben muss, wie die Inspiration komprimierter Luft.

Der während der normalen Inspiration negative Lungen-
druck wird, wie wir wiederholt erwähnten, bei der normalen Expiration schon bedeutend geringer und durch die Retraktionsbestrebungen der Lungen wie der Expirationsmuskeln beinahe oder wohl gar schon zuweilen ein positiver. Die in der Lunge befindliche Luft wird während der normalen Expiration heraus-

getrieben, indem sich Lungen und Thorax verkleinern, die Luft innerhalb des Thorax erleidet dadurch einen direkten Druck. Trifft nun die bei der Expiration entweichende Luft auf ein dichteres Medium als es das der Expirationsluft ist — wie es bei der Expiration in komprimierte Luft geschieht —, so wird die Ausathmung erschwert, der intrathoracische Expirationsdruck muss ein viel höherer noch werden als er es normaler Weise schon ist und es müssen dieselben Erscheinungen und Wirkungen eintreten, als ob komprimierte Luft direkt inspiriert würde. Die Wirkungen müssen aber noch hochgradiger sein, und geringe Luftkompressionen für die Ausathmung werden schon die gleichen Wirkungen auf Herz und Blutcirculation hervorbringen müssen als eine stärkere Luftkompression für die Einathmung.

Therapeutisch wird diese Methode nicht verwendet.

3) Wirkung der Expiration in verdünnte Luft auf Herz und Blutcirculation.

Bei der normalen Expiration in verdünnte Luft wird der bei dem normalen Inspirationszug in den Lungen entstehende negative Druck bedeutend abgeschwächt, indem sich der Zug der Inspiration in einen Druck durch die Expiration umwandelt. Wenn man annimmt, dass bei der Inspiration in dem peripher gelegenen Lungengewebe (Alveolen) eine Luftverdünnung entsteht, die mit der centralen Lage des luftthaltigen Lungengewebes nach den grösseren Bronchien zu allmählich abnimmt, kann man ebenso gut bei der Expiration eine grössere Dichtigkeit der Luft in den peripheren Lungentheilen annehmen, als in den centraler nach den grösseren Bronchien zu gelegenen Alveolen sie es ist. Während bei der Inspiration die dünnere Luft der peripher gelegenen Alveolen

die dichtere Luft nach sich zieht und die Lunge füllt, so treibt die durch den Expirationsdruck in den peripheren Theilen der Lunge dichter gewordene Luft die nach den grossen Bronchien zu weniger dichtere Luft bei der Ausathmung vor sich her. Trifft nun der Expirationstrom ein dünneres Medium, so wird der innere Kontraktilitätsdruck bedeutend abgeschwächt, der Expirationsdruck nähert sich nicht einem positiven Druck, sondern bleibt ebenso oder wird noch mehr negativ als es der Inspirationsdruck schon war. Es muss also eine Expiration in verdünnte Luft ähnliche Druckerscheinungen auf Herz und Blutcirculation hervorrufen wie eine normale Inspiration. Es findet sich auch:

a) dass durch Expiration in verdünnte Luft der Druck im Aortensystem, die systelische Kraft des Herzens herabgesetzt, die Herzarbeit erschwert, der Puls weich wird, die Arterien weniger gespannt, leichter zusammendrückbar werden.

b) Dass der Abfluss des Blutes aus den Venen in den rechten Vorhof erleichtert und dadurch eine grössere Blutmenge dem Herzen zugeführt wird. Die Jugularvenen kollabiren. Die Aspirationskraft der Lungen wird erhöht, anstatt, wie bei der gewöhnlichen Expiration, vermindert.

c) Das Lungenblutstrombett oder der kleine Kreislauf wird blutreicher, der grosse blutärmer. Die Blutfülle im Aortensystem wird vermindert, der Puls wird leer, klein. Durch stärkere Luftverdünnungen kann der Blutreichthum der Lungen so bedeutend werden, dass Blutungen eintreten.

Die Pulsfrequenz gab auch hier aus den bereits an an-

deren Stellen erwähnten Gründen keine konstanten Resultate. Waldenburg fand meist eine geringe Zunahme in der Frequenz.

Die Wirkungen dauern nach der Expiration in verdünnte Luft während der darauf folgenden normalen Inspiration fort und zwar aus analogen Gründen, wie wir sie schon für die ähnlichen Erscheinungen bei der Inspiration komprimirter Luft angaben. Es wird eben bei der Expiration in verdünnte Luft, so zu sagen, der Druckzustand wie bei einer normalen Inspiration hergestellt und es muss dann selbstverständlich auch die Wirkung während einer auf die Expiration in verdünnte Luft folgenden normalen Inspiration fort dauern.

Schnelle, tiefe Inspirationen können die Wirkungen steigern, sogar die während der Expiration in verdünnte Luft beobachteten Wirkungen viel übersteigen. Langsame, ruhige Inspirationen setzen umgekehrt die Wirkungen der Expiration in verdünnte Luft herab.

Durch diese Modifikationen lässt sich die Wirkung zu therapeutischer Verwendung reguliren, indem man nach der Expiration in verdünnte Luft entweder schnell und tief oder langsam einathmen lässt, je nachdem man die Wirkung auf die Blutcirculation haben will.

Die therapeutisch verwendeten Luftverdünnungsdrucke ($— \frac{1}{60} — \frac{1}{30}$ Atmosphäre im Allgemeinen) haben indess so bedeutende und in's Gewicht fallende Wirkungen auf Herz und Blutcirculation überhaupt nicht.

Ueber die Nachwirkungen sind keine Beobachtungen vorhanden, da man die Expiration in verdünnte Luft nicht gegen Herzkrankheiten verwendet.

Biedert beobachtete als therapeutische Wirkung der Expiration in verdünnte Luft die eines Reizmittels, wie bei der Inspiration komprimirter Luft (siehe dort). Die verdünnte Luft wirkt nur noch reizender als die komprimirte.

4) Wirkung der Inspirationen verdünnter Luft auf Herz und Blutcirculation.

Nur Waldenburg giebt über diesen Gegenstand Mittheilungen. Die Wirkungen sind dieselben wie die der Expiration in verdünnte Luft, nur hochgradiger.

Die Luftverdünnung in den Lungen während der normalen Inspiration wird durch die Inspiration verdünnter Luft eine noch viel grössere. Der negative Druck auf Herz und Blutcirculation muss demnach noch grösser werden und die Wirkungen müssen noch bedeutendere sein.

Ausser den unter c angegebenen Erscheinungen beobachtete Waldenburg bei Inspiration verdünnter Luft ($\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{60}$ Atmosphäre) nicht nur einen weichen, leeren und kleinen, sondern auch einen dikroten, fadenförmigen Puls; derselbe wurde bei grösseren Verdünnungen sogar unfühlbar. Die Herztöne werden schwach und mit Steigerung der Verdünnung wird die Herzkraft so abgeschwächt, dass Scheintod oder Tod eintreten kann.

Inspirationen verdünnter Luft wirken nach Waldenburg wie ein Aderlass im grossen Kreislauf, nur bleibt das Blut im Körper und kommt dem kleinen Kreislauf zu gute.

Ueber Nachwirkungen hat Waldenburg keine Erfahrungen.

III. Allgemeinwirkungen.

Die lokalen mechanischen Wirkungen auf Respiration und auf Circulation haben dadurch, dass sie, besonders in geeigneten Krankheitsfällen, die Funktionirung der Athmung und des Kreislaufs erhöhen, eventuell eine abnorm veränderte Funktionirung wieder reguliren, eine ganze Reihe allgemeiner

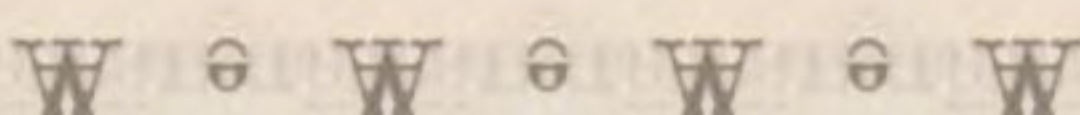
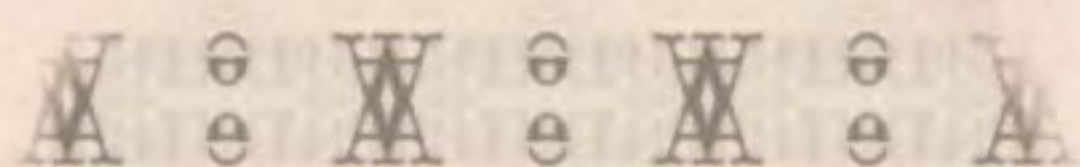
Erscheinungen zur Folge, welche sich auf bessere Blutbildung und auf erhöhten Stoffwechsel beziehen und sich durch gesteigerten Appetit, blühenderes Aussehen, bessere Ernährung zu erkennen geben.

Wirkung des sogenannten kombinierten Athmungsverfahrens.

Man kann, wie wir schon kurz an anderer Stelle andeuten, die Athmungen mit komprimirter und verdünnter Luft in verschiedener Aufeinanderfolge anwenden.

Entweder geschieht es in der Weise, dass man einer Inspiration komprimirter Luft sogleich eine Ausathmung in verdünnte Luft folgen lässt, oder dass man erst einige Zeit komprimirte Luft einathmen und in gewöhnlicher Weise ausathmen, dann einige Zeit in verdünnte Luft ausathmen und gewöhnliche Luft inspiriren lässt. Die erstere Methode hat man schon alternirende genannt; die letztere werde ich intermittirende nennen.

Um die alternirende Athmung anwenden zu können, muss man zwei Apparate so vereinigen, dass die Schläuche durch ein Ventil verbunden werden, welches durch Verstellung bald den einen Apparat mit komprimirter, bald den anderen Apparat mit verdünnter Luft zur Athmung benutzen lässt. Obwohl nun für diese Kombination sich mehrere Apparate (von Hauke, Waldenburg, Schnitzler, Tobold), schon eignen, so war doch v. Cube der Erste, welcher diese Methode durch seinen Doppelapparat in's Leben rief. Nach v. Cube konstruirten recht brauchbare Doppelapparate: Weil und Schnitzler (siehe Apparate). Der Störk'sche Apparat bietet gleichfalls die alternirende Anwendung des veränderten Druckes.



Die intermittirende Athmung erlauben alle Apparate mit mehr oder weniger grosser Leichtigkeit. Der H. Dobell'sche Apparat allein scheint nur durch Inspiration verdünnter Luft zu wirken.

Es lag wohl nahe, dass man von der alternirenden Methode grossen Nutzen zu erwarten habe und v. Cube ist noch jetzt ein Anhänger seiner Methode. Besondere Vortheile will derselbe damit bei solchen Fällen gesehen haben, bei denen nicht Inspiration oder Expiration, sondern beide zugleich insufficient sind. Hierher sind zu zählen: Individuen mit angebornem phthisischen Habitus, mit besonders in den Spitzen schwach entwickelten Lungen, wobei die Athemgrösse zu gering ist und eine frühzeitige methodische Entfaltung und Ventilation der Lungen von hoher, eminenter konstitutioneller therapeutischer Bedeutung sein muss.

Anfangs sprach sich Waldenburg gegen die alternirende Athmung aus und hielt dieselbe nicht nur nicht für dringlich, sondern auch für nicht ungefährlich, indem er befürchtete, dass sie für die Cirkulation schädlich wirken könne und Herz und Lungen in ihren Leistungen überbürde.

Neuerdings ist Waldenburg durch seine Versuche von seinen Befürchtungen zurückgekommen, die Störk, v. Cube, Schnitzler u. A. überhaupt schon nicht zu theilen vermochten. Waldenburg untersuchte die Zu- und Abnahme des Luftquantum bei der alternirenden und der intermittirenden Methode und überzeugte sich dabei, dass weder Herz noch Lungen in ihren Leistungen überbürdet werden, dass aber auch die Lungenventilation durchaus keine grössere, sogar eine schwächere ist als bei der intermittirenden Athmung. Waldenburg wendet deshalb lieber letztere Methode an, weil auch die Kranken dieselbe vorziehen, resp. zu ihr gern und freiwillig zurückkehren.

Waldenburg erklärt die schwächere Lungenventilation bei der alternirenden Methode damit, dass das mit der Inspiration komprimirter Luft vermehrt eingeathmete Luftquantum nicht in der für eine Expiration natürlich zugemessenen Zeit entleert werden könne, so dass eine grössere Menge Residualluft und Reserveluft in den Lungen zurückbleiben muss. Möglicherweise lässt sich die Ausathmung dadurch seiner Ansicht nach ergiebiger machen, dass man das Lumen der Athmungsschläuche grösser herstellt.

Die Uebertragung der Wirkungen von Inspiration zur Expiration und umgekehrt, wie wir sie bei Besprechung der Wirkungen komprimirter und verdünnter Luft auf Herz und Blutcirculation gesehen haben, fällt bei der alternirenden Athmung selbstverständlich weg.

F. Hänisch wendet das alternirende Athmungsverfahren immer an, will dadurch besonders gute Erfolge erzielt haben und behauptet, dass die Lungenventilation erhöht wurde, bringt aber Beweise dafür nicht bei. Eine Belastung des Herzens und der Lungen konnte er ebenfalls nicht bemerken. Besonders indicirt ist die alternirende Methode nach Hänisch bei bronchiektatischen Kavernen, skrofulösen Pneumonien, bei Asthma bronchiale, während des Anfalles selbst. Speciellere Angaben siehe unter Asthma bronchiale.

Unterstützungsmittel bei Anwendung der komprimirten Luft.

In manchen Fällen kann es erwünscht sein, dass die komprimirte Luft bei der Einathmung auf besonders erkrankte Stellen der Lungen wirkt.

v. Cube hat zu diesem Zwecke die Seitenlage vorgeschlagen und zwar Lagerung auf die gesunde Seite, damit die Luft ihre volle Wirkung in ausgedehnterem Maasse auf die kranke Lunge geltend machen kann.

Waldenburg schlägt, um auf die Lungenspitzen in stärkerer Weise wirken zu können, Umschnürung der unteren Thoraxgegend mit einer Schnürbinde vor. Um auf das Herz unter Ausschluss der Lungen eine stärkere Druckwirkung zu bewerkstelligen, empfiehlt derselbe, die ganze Brust einzuwickeln oder mit einem anschliessenden Gewand zu umgeben. Um den Druck im Aortensystem noch zu erhöhen und die Organe des Abdomen, so wie das Gehirn und Rückenmark blutgefüllter zu machen, würden nach ihm ferner Inspirationen komprimirter Luft in Verbindung mit Esmarch'schen Einwicklungen der unteren Extremitäten und eventuell gleichzeitiger Umschnürung der Brust am Platze sein, z. B. bei Anämie des Gehirns. Waldenburg nennt diese seine letzteren Vorschläge selbst nur theoretische Spekulationen.

Die v. Cube'sche Seitenlage ist jedoch keineswegs unbeachtet zu lassen. Ich glaube aber, dass zur partielleren Einwirkung auf die Lungen bequemer ist, einzelne Bewegungen, wie sie Schreiber (Aerztliche Zimmergymnastik etc. Leipzig 1872. XIII. Aufl.) zur einseitigen oder allseitigen Erweiterung der Brust angiebt, mit den Inspirationen zu verbinden. So würde z. B. zur Erweiterung der einen Thoraxhälfte die Stellung bei der Inspiration komprimirter Luft eingenommen werden können, wobei der Arm der kranken Hälfte gehoben und die Hand auf den Kopf gelegt wird, während mit der anderen Hand die Hüfte oder Taille der gesunden Seite gestützt wird. Ein Gehülfe müsste dann die Maske dem Kranken an den Mund drücken und die Athmung mit dem Apparat vermitteln.

Inspiration erwärmter komprimirter und mit flüchtigen Medikamenten geschwängelter Luft.

J. Hauke empfahl schon die Erwärmung der komprimirten Luft durch Wasserdämpfe und liess zu diesem Zwecke bei seinem älteren Apparate das Wasser zur Füllung seines Apparates, bevor es eingegossen wurde, erwärmen. Tobold (Fig. 16) und auch Hauke, bei seinem verbesserten Apparat (Fig. 1), haben besondere Vorrichtungen zur Erwärmung angegeben. Man will durch die Erwärmung die zu Husten reizende Wirkung kalter Einathmungsluft abschwächen. Ganz neuerdings empfiehlt Hauke Insufflation heisser Luft (von 45° R.) bei Rachendiphtherie mittelst eines pneumatischen Apparates durch Einschaltung einer Wulff'schen Flasche etc., die heisses Wasser enthält. Durch Erhöhung der reaktiven Entzündung soll die Abstossung der Schorfe befördert werden. Erwärmte, feuchte komprimirte Luft lässt sich herstellen, wenn man, wie Waldenburg angiebt, eine mit + 50—60° C. warmem Wasser zu $\frac{1}{3}$ gefüllte Wulff'sche Flasche in den Athmungsschlauch einschaltet, oder dadurch, dass man die so mit Wasser gefüllte Flasche fortwährend mit einer Spiritusflamme erhitzt.

Medikamentöse flüchtige Stoffe wurden in Verbindung mit den Inspirationen komprimirter Luft ebenfalls von J. Hauke zuerst empfohlen, und zwar, indem er Eibischtheedämpfe bei Hustenreiz, Terpentin, Theer, Eichen- und Fichtentrindenabkochung, Abkochung von Kiefernadeln bei starker Schleimabsonderung etc. dem Wasser des Apparates zuzusetzen anrath. v. Cube schaltet für die der komprimirten Luft beizumischenden flüchtigen Stoffe zwischen Hahn und Athmungs-

schlauch eine Wulff'sche Flasche in seinen Apparat ein. Hauke hat jetzt auch für diese Zwecke einen besonderen Behälter (Fig. 1. D). Waldenburg hat an seinem Apparat einen besonderen Halter für die Wulff'sche Flasche angebracht, die sich übrigens bei fast allen Apparaten einschieben lässt. v. Cube wendete Latschenkiefernöl an und sah bei chronischen Bronchialkatarrhen und bei ausgedehnten Bronchiektasien mit übelriechendem Auswurf gute Erfolge.

St. Domanski empfiehlt dieselbe Methode nachträglich und bringt in die Flasche als Verdunstungsvehikel Watte, welche mit dem flüchtigen Stoffe imprägnirt wird. v. Cube nimmt die Mischung mit Wasser. Domanski wendete Terpentinsel und Karbolsäure an und verwendete die medikamentöse komprimirte Luft bei Phthisikern mit quälendem Husten und reichlichem schleimig eitrigem Auswurf (mit $\frac{1}{120}$ — $\frac{1}{60}$ Ueberdruck). Reizungserscheinungen beobachtete er nie darauf. Die Karbolsäure wurde in einprocentiger Lösung verwendet. Der Husten und die Sputa verminderten sich, und die Lungenkapazität hob sich bei einem Phthisiker von 2850 Kubikcentimeter auf 3100 Kubikcentimet., bei einem anderen von 2100 Kubikcentimet. auf 2300 Kubikcentimeter.

Auch Schnitzler spricht sich vortheilhaft über die Anwendung medikamentöser komprimirter Luft aus und empfiehlt ausserdem die Vermischung der Inspirationsluft mit anderen Gasen, z. B. Sauerstoff. Recht gut würde man meines Erachtens die in der neuesten Zeit bei Phthise so hochgepriesenen Stickstoffathmungen mit den transportablen Apparaten prüfen können.

F. Hänisch schlägt anstatt der Wulff'schen Flasche eine Blechkapsel zur Aufnahme der flüchtigen Medikamente vor. Derselbe mischte auch noch dadurch die Luft mit Medikamenten, dass er über seine Blechkapsel, in welcher die flüchtigen

Arzneistoffe auf Watte geträufelt verdunstet wurden, einfach die Maske des Athemschlauches hielt und den Apparat in dieser Weise füllte. Die flüchtigen Stoffe werden dann mit der erst zu komprimirenden Luft schon in den Apparat eingesogen. Auch wendet Hänisch die Methode des Dr. Crabler an, welcher in den oberen Deckel des Cylinders des Waldenburg'schen Apparates eine Oeffnung anbringt, die durch einen Hahn luftdicht abgeschlossen werden kann. Diese Oeffnung wird mit einer die flüchtigen Stoffe enthaltenden Blechkapsel verbunden und durch dieselbe der Apparat mit Luft gefüllt. Mit der Luft verbunden strömen die flüchtigen Medikamente in den Cylinder ein, der Hahn wird geschlossen und die somit schon medikamentöse Luft komprimirt und geathmet.

Waldenburg hat bis jetzt meist die pneumatische Behandlung ohne diese Kombination gehandhabt und, wo es nöthig war, nebenher die Inhalationsapparate verordnet.

Ph. Biedert, welcher für die Verflüchtigung medikamentöser Stoffe seinem Apparat einen sogenannten Medikamentenköcher (siehe Fig. 23) beifügte, fordert zu grosser Vorsicht beim Gebrauch medikamentöser komprimirter Luft auf, da dieselbe seinen Erfahrungen nach zu reizend wirkt. Derselbe hält es für besser, neben dem pneumatischen Apparat, wo es nöthig wird, die Inhalationstherapie zu Hülfe zu nehmen. Bei reinem Bronchialasthma nützte ihm Amylnitrit zu 4 Tropfen durch seinen Medikamentenköcher der komprimirten Luft beigemischt.

Waldenburg macht noch darauf aufmerksam, dass durch die Einschaltung einer Wulff'schen Flasche die Luftkompression abgeschwächt wird. Dasselbe gilt auch für die Erwärmung der Luft, da die Wärme die Luft ausdehnt. Die verlorengehende Druckkraft will er durch Auflegen von einigen Pfunden (6 Pfund) mehr auf seinen Apparat ausgeglichen wissen.

Kurz sei noch erwähnt, dass sowohl von den ätherisch-öiligen Mitteln als auch von der spirituösen Karbolsäurelösung (1 : 5) 5—6 Tropfen in die einzuschaltenden Medikamentenbehälter auf Watte getropfelt oder mit Wasser vermischt genügen, um die Luft medikamentös zu machen.

Dass man noch andere flüchtige Mittel zur Mischung der einzuathmenden komprimierten Luft verwenden kann, versteht sich von selbst, erprobt sind bis jetzt andere als die angegebenen Mittel noch nicht.

Therapeutische Anwendung der transportablen pneumatischen Apparate.

Wir werden in dem Nachfolgenden die Krankheiten besprechen, wo die komprimierte und verdünnte Luft der transportablen Apparate auf Grund der bereits dargelegten Wirkungen indicirt ist, und werden bei Gelegenheit der betreffenden Krankheiten selbst auch gleichzeitig den Anwendungsmodus erörtern. Selbstverständlich können die darauf bezüglichen Angaben sich nur in allgemeinen Grenzen bewegen, die specielle Ausführung muss dem einzelnen Falle angepasst werden.

Die Indikationen für die Anwendung der komprimierten und verdünnten Luft sind zweifellos bei einer Reihe von Lungen- und Herzkrankheiten zu finden.

I. Krankheiten der Respirationsorgane.

Wir haben gesehen, dass die Inspirationen komprimierter Luft die Lungen und den Thorax erweitern, die Lungenkapazität und den Inspirationsdruck und meist auch den Expira-

tionsdruck heben, die Inspirationskraft unterstützen, die Lungen-ventilation in gewissem Grade erhöhen, den Lungenblutkreislauf einschränken, das Blut aus dem Lungengewebe verdrängen (antihyperämische und antiphlogistische Wirkung), die Expektoratation befördern und als mässiges Reizmittel wirken (dynamische Wirkung), dagegen gesehen, dass die Expiration in verdünnte Luft die Lungen retrahirt, den Expirationsdruck und die Lungenkapazität erhöht, die Lungen kräftig ventilirt, den Blutreichthum in den Lungen vermehrt und als stärkeres Reizmittel wirkt. Ausserdem wirkt sowohl die Inspiration komprimirter wie die Expiration in verdünnte Luft antidyspnöisch und zwar bei Inspirations- eventuell Expirationsdyspnöe. Gegen eine Inspirationsdyspnöe wirkt die komprimirte Luft dadurch, dass dieselbe Lungentheile, welche durch Sekrete und Pfröpfe verlegt und von der Athmung ausgeschlossen sind, wegsam und athmungsfähig macht, gegen Expirationsdyspnöe dadurch, dass sie die stagnirende, stark kohlen säurehaltige Residual- und Reserveluft vermindert und dafür Zufuhr neuer Luft durch die nachfolgende Inspiration indirekt herbeiführt.

Alle die jetzt genannten Wirkungen sind zweifellos vorhanden, und wir haben in dieser pneumatischen Behandlungsmethode unverkennbar ein wichtiges wirksames Mittel, das sowohl zur radikalen als auch zur palliativen Bekämpfung verschiedener leicht zu findender Lungenkrankheiten dient.

Die Inspirationen komprimirter Luft müssen dort indicirt sein, wo die Athmung schwach, wenig ergiebig ist, die Lungen sich nicht gehörig entfalten können, wo die Lungen in ihrem Volumen auf natürliche oder erworbene Weise eingeschränkt sind, wo der Blutreichthum der Lungen ein abnorm erhöhter und wo der Gaswechsel in den Lungen gehemmt ist (Phthisischer Habitus, Phthise, Pleuritis, Empyem, Lungenatalektase,

„ „
 „ „ „ „
 „ „ „ „
 „ „ „ „
 „ „ „ „

Bronchitis, Asthma, Emphysem, Stenosen der oberen Luftwege, Croup des Larynx und der Trachea, Asphyxie).

Die Expirationen in verdünnte Luft sind angezeigt, wo die Lungen über ihr normales Volumen ausgedehnt sind, wo die Expirationskraft geschwächt ist, wo die Luft in den Lungen stagnirt, wo der Blutreichthum in den Lungen vermindert und der Gaswechsel in Folge der verminderten Retraktionskraft der Lungen in der normalen Weise fehlt (Emphysem, Bronchitis, Phthise).

Freilich können durch verschiedene Kombinationen dieser Zustände bei Lungenleiden sowohl Inspirationen komprimirter Luft, wie Expiration in verdünnte Luft nöthig werden.

Wir wollen nun die einzelnen Krankheiten besprechen.

1) Phthisischer Habitus.

Die phthisische Anlage, welche sich durch das bekannte Bild der paralytischen, langen, schmalen, wenig tiefen Thoraxform kund giebt, wobei der Sternalwinkel hervortritt, der epigastrische Winkel immer mehr zu einem spitzen sich gestaltet, die Supra- und Infraklavikulargruben vertieft stehen, die Lungenkapazität, sowohl In- wie Expirationsdruck bedeutend unter der Norm sind, das Athmen flach unter geringer Bewegung des Thorax (beim weiblichen Geschlecht) eventuell der Bauchmuskulatur (beim männlichen Geschlecht) und mit geringer Exkursionsbreite geschieht, wo bei allen grösseren Bewegungen unverhältnissmässige Kurzathmigkeit auftritt, kurz, wo der ganze physikalische Befund durch Inspektion, Palpation, Perkussion, Auskultation, Mensuration unzweideutig darauf hinweist, dass die Lungen abnorm schwach funktioniren, diese phthisische Anlage bildet in erster Linie für die pneumatische Behandlungsmethode mit den transportablen Apparaten eine der wichtigsten Indikationen.

Nach den Erfahrungen der meisten Aerzte vermag zwar

die pneumatische Behandlung beim phthisischen Habitus keineswegs den Ausbruch der Phthise immer zu hindern, es unterliegt aber keinem Zweifel, dass wir hier in derselben ein wichtiges symptomatisches Mittel haben, aus dem selbst unter Umständen ein radikales werden kann. Gebessert wird der phthisische Habitus immer; die Brustmuskulatur wird gekräftigt, der Thorax und die Lungen werden bleibend erweitert, die Lungenkapazität und die pneumatometrischen Werthe bleiben oft sehr bedeutend erhöht, die Dyspnöe wird beseitigt, es wird mindestens unter allen Umständen in den Lungen eine Widerstandskraft geschaffen, welche den Ausbruch einer Phthise oder eines zur Phthise führenden Leidens hintenanhält.

Mit der vermehrten Athmungsbreite und Funktionirung der Lungen tritt immer Besserung der Blutbildung, frischeres Aussehen, grösserer Appetit, gesteigertes subjektives Wohlbefinden ein.

Nicht allein die Inspirationen komprimirter Luft wirken bei diesem Habitus nützlich, sondern auch die damit verbundenen Expirationen in verdünnte Luft. Die intermittirende Athlungsmethode ist bei phthisischem Habitus in ihrem vollen Umfange angezeigt. Waldenburg legt nicht bloss auf die mechanischen Wirkungen des veränderten Luftdrucks auf die Respiration, sondern auch auf die mechanischen Wirkungen desselben auf die Cirkulation grossen Werth. Und zwar sind nach ihm besonders die Ausathmungen in verdünnte Luft deshalb von grosser Bedeutung, weil sie den Lungenblutreichthum befördern, da, wie bekannt, seiner Ansicht nach der anämische Zustand des Lungengewebes die Disposition zur phthisischen Erkrankung vornehmlich bildet. Sehr gern wendet Waldenburg bei phthisischem Habitus aus diesem Grunde Inspirationen verdünnter Luft an. Denn seiner Ansicht nach beruht die günstige Wirkung des

Höhenklima darauf, dass die Athmungen in der dünneren Luft der Höhen die Lungen blutreicher machen, folglich besser ernähren, wodurch der anämische Zustand des Lungengewebes, der besonders die Ausgänge von Lungenleiden zu Verdickungen und Verkäsungen der Exsudate befördert, beseitigt wird.

Methode. Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen, ist bei Behandlung des phthisischen Habitus die intermittierende Athmungsmethode anzuwenden und zwar sind täglich 1—2 Sitzungen mit 20—60—100 und mehr Athemzügen je nach den individuellen Verhältnissen nöthig. Man lässt erst eine Anzahl Einathmungen komprimirter Luft und dann eine gleiche Anzahl Expirationen in verdünnte Luft ausführen. Am Schluss wiederholt Waldenburg gern noch einige Inspirationen komprimirter Luft. Die Luftkompression und Luftverdünnung darf keine hohe sein; man beginnt gewöhnlich mit niedrigen $\pm$ Drucken von $\frac{1}{100}$ Atmosphäre und steigt bis auf $\frac{1}{50}$ Atmosphäre. Die pneumatische Behandlung muss sich auf Wochen und Monate erstrecken und muss jährlich einige Male wiederholt werden. Waldenburg empfiehlt ferner zur besseren Einwirkung auf die besonders schwachen Lungenspitzen Umschnürungen der unteren Brusttheile während der Sitzungen (siehe Unterstützungsmittel, Seite 223).

2) Phthisis.

Gegen die Lungenschwindsucht kann die pneumatische Behandlung mit den transportablen Apparaten kaum ein radikales Mittel sein; sie kann nur die Symptome und zwar im günstigsten Falle so bekämpfen, dass für die weiteren Gewebsveränderungen und Störungen ein mehr oder weniger, wenn ich so sagen soll, steriler Boden gebildet wird. Die komprimirte Luft, welche besonders zur Anwendung kommt, kann die mit der Phthise der Lungen einhergehenden und ihre Entwicklung wie weitere Ausbreitung in den Lungen begünstigen-

den Zustände beseitigen oder mildern, ob aber dieselbe einen einigermaassen vorgeschrittneren Process wirklich zur Heilung führen kann, bleibt noch eine recht offene Frage. Felsenfest darf jedenfalls Niemand auf die Nützlichkeit der pneumatischen Behandlung bei Phthise bauen, ein grosser Fehler würde es sogar sein, ihr zu Liebe andere Mittel zu vernachlässigen. Mit diesem Urtheil stimmen auch die meisten Sachverständigen überein; Ducrocq hält die komprimirte Luft bei Phthise geradezu für gefahrvoll, weil sie das Gewebe zerstören könne. Freilich, die Drucke (30—80 Millimet.), welche er anwendet, müssen dem Lungengewebe schädlich werden und dasselbe zerreißen, auch, wenn es kerngesund sein sollte. Die pneumatische mechanische Lungenbehandlung ist nur im Verein mit anderen allgemeinen Mitteln ein Palliativmittel bei Lungenschwindsucht.

Bei bereits weiter vorgeschrittneren phthisischen Processen hat die pneumatische Behandlungsmethode nur insofern günstig gewirkt, als sie quälende Erscheinungen: Husten, Dyspnöe beseitigte, das Allgemeinbefinden besserte und im besten Falle auch ein Weiterschreiten des Processes aufhielt. Gegen die Anfangsstadien der Lungenphthise, gegen die sogenannten Spitzenkatarrhe, gegen die chronischen entzündlichen Infiltrationen, gegen die Peribronchitiden, Bronchopneumonien oder chronischen genuinen Desquamativpneumonien wird die pneumatische mechanische Lungenbehandlung schon etwas mehr auszurichten im Stande sein, immerhin kann sie aber den Namen eines radikalen Heilmittels kaum in Anspruch nehmen.

Was zunächst die sogenannten Lungenspitzenkatarrhe anlangt, bei welchen perkutorisch in den Lungen noch nichts wahrnehmbar ist, auskultatorisch aber die Symptome eines geringen chronischen Lungenkatarrhes nachgewiesen werden, der Husten und Auswurf mässig ist, jedoch das Allgemeinbefinden sich schon als kein ganz harmonisches darstellt, so

wirken gegen diese nicht nur die Einathmungen komprimirter Luft ganz in derselben Weise wie beim phthisischen Habitus, der ja immer bei Individuen mit derartigen Katarrhen mehr oder weniger vorhanden ist, sondern die mechanische Wirkung macht sich auch gegen den Katarrh geltend, der oft vollkommen für immer oder für längere Zeit beseitigt wird. Die anti-hyperämische Wirkung der komprimirten Luft, sowie ihre mechanisch entfaltende Eigenschaft auf die erkrankten Lungenspitzen, die durch die katarrhalischen Erkrankungen noch insuffizienter sind, muss als wesentlich nützlich angesehen werden.

Ganz in gleicher Weise wirkt die pneumatische Behandlung günstig bei den Peribronchitiden und chronischen entzündlichen Infiltrationen. Die komprimirte Luft wirkt ganz besonders hier gewissermaassen durch ihre blutentleerende Eigenschaft als Antiphlogistikum, beseitigt den Katarrh, befördert den Gaswechsel und zieht die verdichteten Lungentheile, so weit wie möglich, wieder in das Athmungsbereich. Dazu kommen noch die die Lungenkraft der gesunden Lungentheile erhöhenden Wirkungen und die aus Allem resultirenden günstigen Einflüsse auf das Allgemeinbefinden.

Schwächere Dämpfungen bei mässigem Fieber oder ohne Fieber werden zuweilen beseitigt oder vielmehr durch die Perkussion unnachweisbar gemacht, der begleitende Katarrh immer gebessert; stärkere Infiltrationen erfahren jedoch selten und am öftersten keine Verkleinerungen. Ein stärkeres nebenhergehendes Fieber ist immer für den Erfolg ungünstig. Dennoch treten oft subjektive Erleichterungen und subjektives Wohlbefinden durch Besserung der Ernährung, des Appetites ein.

Die hauptsächlichsten Erfolge nach unseren Erfahrungen und den Berichten fast der meisten Beobachter erstrecken sich auf die bessere Entwicklung der noch gesunden Lunge.

Waldenburg und Sieffermann berichten in ihren Krankengeschichten selbst über vollkommenes Schwinden nicht unbedeutender Dämpfungen und von Heilungen, während andere Autoren (Schnitzler, Biedert, Störk) sich solcher Erfolge nicht rühmen können. Und wir auch nicht.

Grossen Nutzen konnte Waldenburg ferner wahrnehmen, wo phthisische Processe bereits vernarbt und mit Gewebdefekten verheilt waren. Die Wirkung erhellt hier ebenfalls aus der Kräftigung der gesunden Lungentheile nach den bereits erwähnten Richtungen. Hänisch fand das intermittirende Verfahren bei bronchiektatischen Kavernen und skrofulösen Pneumonien besonders wirksam.

Die ebengenannten gegentheiligen Erfahrungen sind indess noch lange nicht beweisend gegen die Wirksamkeit des pneumatischen Verfahrens, schon der meist folgende palliative Nutzen bei einer bis jetzt noch fast allen Mitteln trotzensen Krankheit ist hoch anzuschlagen.

Obwohl die komprimirte Luft bei allen den genannten phthisischen Leiden durch ihre mechanischen Wirkungen auf die Lungen den günstigen Einfluss ausübt, so möchte Waldenburg doch die Expirationen in verdünnte Luft nebenbei mit angewendet wissen. Da seiner Ansicht nach die phthisische Anlage, wie schon erwähnt, durch die Gewebsanämie in den Lungen zum grössten Theil bedingt wird und die Inspirationen komprimirter Luft dieselbe noch mehr erhöhen, so wendet er gern, wo er sonst keine nachtheiligen Wirkungen von der verdünnten Luft zu befürchten hat (Blutungen), die Expirationen in solche als Kompensation für die blutentleerende Wirkung der komprimirten Luft an.

Methode. Der Kompressionsgrad wie der Grad der Luftverdünnung muss auch hier ein geringer bleiben und sich zwischen einem $\pm$ Druck von $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{50}$ Atmosphäre bewegen.

Die nützlichsten Kompressionen bleiben die von $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{60}$ Atmosphäre. Die Inspirationen komprimirter Luft werden täglich in ein- oder zweimaliger Sitzung angewendet, während welcher im Allgemeinen 20—60—100 und mehr Athemzüge auszuführen sind. Auch hier empfiehlt Waldenburg sein Unterstützungsmittel zur besseren Einwirkung auf die Lungenspitzen.

Die Luftverdünnungen sind sehr vorsichtig oder lieber nicht anzuwenden, denn eine durch dieselben hervorgerufene Hämoptyse schadet mehr, als die Expirationen in verdünnte Luft nützen können. Und wer wäre so sicher, dass er unter allen Umständen das Eintreten einer Hämoptyse verneinen könnte!

Die Dauer und Fortsetzung der Kur muss sich auf lange Zeit erstrecken und hängt ganz vom konkreten Falle wie von den Erfolgen ab.

Einzelne Autoren haben auch medikamentöse komprimirte Luft (Terpentinöl, Karbolsäure) mit Erfolg bei Phthise mit quälendem Husten und eitrigschleimigem Auswurf angewendet (siehe medikamentöse komprimirte Luft, Seite 224).

3) Pleuritis und Empyem.

Frische pleuritische Entzündungen und Exsudate sind keine Krankheitszustände für die mechanische Lungenbehandlung, wohl aber bilden die nach grösseren Exsudaten zurückbleibenden, durch Schwartenbildungen bewirkten Kompressivzustände und konsekutiven Thoraxdifformitäten Angriffspunkte für die pneumatische Behandlung, welche wohl bei wenigen Krankheiten so glänzende radikale Erfolge aufzuweisen hat.

Die Inspirationen komprimirter Luft sind hier so ganz am Platze und die mechanischen Wirkungen, wie wir sie kennen gelernt haben, sind bei den genannten Zuständen so evident, dass wir uns eine weitere Ausführung ersparen können.

Schnitzler wendete die Inspirationen komprimirter Luft auch mit gutem Erfolge an bei der chronischen adhäsiven Pleuritis, wo durch Verwachsung der Pleurablätter das Athmen häufig so schmerzhaft wird, dass die betreffenden Personen instinktiv nur ganz oberflächlich athmen.

Bei jugendlichen Individuen verbindet Waldenburg bei den pleuritischen Residuen mit den Inspirationen komprimirter Luft gern Inspirationen verdünnter Luft. Entzündliche Reizzustände in den Pleurablättern kontraindiciren die verdünnte Luft, ebenso Dyspnöe und Mangel an Kräften, da Inspirationen verdünnter Luft sehr anstrengen.

Das Empyem wird speciell von Waldenburg für die mechanische Lungenbehandlung durch Inspirationen komprimirter Luft empfohlen. Derselbe hat in einigen Fällen günstigen Verlauf beobachtet. So lange das Empyem sich jedoch noch nicht nach Aussen geöffnet hat oder dasselbe noch nicht künstlich geöffnet worden ist, bleibt die mechanische, pneumatische Behandlung kontraindicirt. Wenn jedoch der Eiter durch eine Thoraxfistel Abfluss erhalten hat und fort erhält, wirkt die Inspiration komprimirter Luft nicht nur durch die mechanische Entfaltung der Lunge, wobei der Eiter gleichzeitig leichter entleert wird, sondern sie hemmt auch die Sekretion und Eiterung, indem nach Waldenburg auf die Pleura und ihre Gefässe von Innen heraus ein Druck ausgeübt wird und die Brustfellblätter aneinander gepresst werden. Auf den die Eiterung erzeugenden Process selbst hat die pneumatische Behandlung natürlich keinen Einfluss. Bei Waldenburg's Fällen war der Erfolg nachhaltig günstig, insofern der Eiter besser entleert wurde, die Lungen sich mehr entfalteten und die Dyspnöe nachliess. Beseitigt wurde die Eiterung nicht.

Methode. Der Kompressionsdruck kann hier höher sein, da das Lungengewebe meist ein gesundes ist, $\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{40}$

Atmosphäre. Man kann auch aus gleichen Gründen schneller die fortschreitende Erhöhung im Drucke einleiten. Die Sitzungen werden täglich zu 30—100 Athemzügen, allmählich steigend, genommen. Innerhalb weniger Wochen werden die Kompressionen durch pleuritische Schwarten oft gänzlich beseitigt, so dass physikalisch nichts mehr nachweisbar ist.

v. Cube verordnet bei den pleuritischen Folgezuständen die Seitenlage auf der gesunden Seite während der Inspiration komprimirter Luft, um intensiver auf die kranke Thoraxhälfte einwirken zu können (siehe Unterstützungsmittel). Biedert sah in einem Falle keinen Erfolg davon.

4) Lungenatalektase
ist bis jetzt für die Inspiration komprimirter Luft nur vom theoretischen Standpunkt aus empfohlen worden. — Die Behandlungsmethode wird im Allgemeinen in derselben Weise auszuführen sein, wie bereits bei obigen Krankheiten angegeben wurde.

5) Chronische Bronchitis und Bronchialkatarrhe.

Die chronischen Bronchitiden und Bronchialkatarrhe, welche mit Schwellungen der Bronchialschleimhaut, stärkerer Schleimabsonderung, Dyspnöe, quälendem Husten und oft cyanotischem Aussehen einhergehen, sind bis jetzt ein wesentliches Heilobjekt für die pneumatische Behandlung gewesen.

Die Inspirationen komprimirter Luft beseitigen die Verschlüssungen kleiner Bronchien durch Schleimhautpfropfe, eröffnen die hinter der Verstopfung liegenden Lungentheile dem Luftaustausch, und die nachfolgende gewöhnliche Expiration bringt diese verschliessenden wie noch andere Schleimklumpen hervor, die komprimirte Luft wirkt expektorirend. Die Dyspnöe wird einestheils durch die Vergrößerung des Athmungsgebietes in der eben erwähnten Weise wie durch

die erhöhte allgemeine Lungenventilation beseitigt, das cyano-
tische Aussehen schwindet, die Hyperämie und die Schwellung
der Schleimhaut wird verringert, das Bronchiallumen wird
grösser, die Absonderung geringer und der die Nachtruhe oft
quälende Husten wird gemindert, die Lungenkapazität und die
pneumatometrischen Werthe nehmen oft enorm zu, die bronchi-
tischen und katarrhalischen Geräusche hören auf, das bei alten
chronischen Bronchialkatarrhen oft darniederliegende Allge-
meinbefinden wird gebessert und macht einem subjektiven
Wohlbefinden Platz. Die Wirkung ist meist nachhaltig und
bleibend, also radikal, immer aber folgt palliative Wirkung.

Nach Biedert wirkt die komprimirte Luft reizend und
zwar dadurch alternirend auf die chronisch geschwellten und
hyperämischen Schleimhäute. Die erschlafften Kapillaren wer-
den zur Kontraktion angeregt, die Blutcirculation wird belebt
und die Stase gehoben. Biedert vergleicht die Wirkung der
komprimirten Luft mit der koupleirenden Wirkung der
Pagenstecher'schen Salbe, des Kalomels bei den phlyktänu-
lären Augenbindehaut- und oberflächlichen Hornhautentzün-
dungen, der Höllensteininjektionen bei Tripper. Man darf
deshalb, ebensowenig wie diese Mittel, die komprimirte Luft
zu frischen Entzündungen führen, sondern muss erst die Akme
vorüberlassen. Stärker reizend noch wirkt die verdünnte Luft.
Biedert glaubt, die so günstigen Resultate Störk's und Anderer
auf diese reizende Wirkung der angewendeten intermitti-
renden Methode fast allein beziehen zu dürfen, da die dabei
stattgefundenen Expirationen in verdünnte Luft keineswegs
antihyperämisch im Gegentheil blutzuführend wirken.

Frische torpide Katarrhe können nach Biedert auch
mit der intermittirenden Methode erfolgreich behandelt werden.

Sommerbrodt giebt neben anderen Autoren die günstigsten
Berichte über erfolgreiche Behandlung chronischer Bronchial-

katarrhe und seine Erfolge sind wahrhaft frappant günstig. Er sistirte mit Inspirationen komprimirter Luft alte Bronchialkatarrhe, die allen Mitteln getrotzt hatten. Hänisch sah ebenfalls bei alten, Monate lang bestehenden, chronischen Bronchialkatarrhen nach 5—8 Sitzungen mit Einathmung komprimirter Luft Besserung und Heilung. Auch Störk erzielte, wie erwähnt, mit der intermittirenden Methode bei chronischen Bronchialkatarrhen im hohen Grade günstige Erfolge. Waldenburg hat derartig überraschende Resultate nicht und gesteht sogar, dass ihn die pneumatische Behandlung zuweilen bei chronischen Bronchialkatarrhen im Stiche gelassen und dass er zu medikamentösen Inhalationen mit den Zerstäubungsapparaten gegriffen habe.

Die chronischen Bronchialkatarrhe sind es auch, wo man die komprimirte Luft mit Latschenkiefernöl, Terpentinöl, Karbolsäure geschwängert einathmen lässt (siehe medikamentöse komprimirte Luft). Besondere Erfolge erzielte man mit dieser medikamentösen komprimirten Luft bei Bronchiten mit stinkendem Auswurf und starker Schleimabsonderung.

Biedert und Waldenburg ziehen nebenhergehende medikamentöse Inhalationen mit den Zerstäubungsapparaten vor, weil die medikamentöse komprimirte Luft eventuell zu reizend wirken könnte. Biedert beobachtete z. B. nach Gebrauch karbolisirter komprimirter Luft lobuläre Pneumonien mit stark blutigem Auswurf.

Störk meint ferner, dass bei den in der Kinderpraxis so häufig vorkommenden Fällen von bronchitis capillaris die subsequenten Pneumonien oder die aus Absperrung einzelner Lungentheile resultirende Atalektase verhindert werden können, hat aber Erfahrungen darüber noch nicht. Ausserdem glaubt Störk auch Erfolge erzielen zu können bei hypostatischen Hyperämien alter Leute, bei sehr gesunkener Sensibilität im

Typhus, bei nach Diphtheritis eintretender Adynamie, vielleicht selbst im algiden Stadium der Cholera. Doch dies nur ganz beiläufig.

Methode. Bei den chronischen Bronchialkatarrhen wirkt meist die Inspiration komprimirter Luft, zu $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{50}$ Atmosphäre täglich mit 1, 2 oder 3 Sitzungen zu 30—60 Athemzügen, schnell und gut, zuweilen aber schaffen wieder nur Expirationen in verdünnte Luft Hülfe und Erleichterung, ein anderes Mal führt nur die intermittirende Methode zum Ziele. Der Versuch und der konkrete Fall muss hier besonders bestimmend sein. Die Dauer der Behandlung ist eine verschiedene; oft genügen wenige Sitzungen, oft nützen viele nichts.

Für die medikamentöse Schwängerung der komprimirten Luft genügen 5—6 Tropfen von den ätherischen Oelen und von der spirituösen Karbolsäurelösung (1:5) für eine Sitzung. Die Medikamente werden auf Watte geträufelt oder mit Wasser vermischt in die Medikamentenbehälter (Wulff'sche Flasche, Medikamentenköcher, Blechbüchse etc.) gebracht. Siehe auch den besonderen Abschnitt über medikamentöse komprimirte Luft.

6) Bronchialasthma.

Das reine Bronchialasthma, das selbstständig ohne bronchitische oder emphysematöse Grundlage entsteht, lediglich aus Innervationsstörungen herzuleiten ist und nach Birmer auf einem Krampfe der Bronchialmuskulatur beruht, ist bis jetzt ebenfalls ein Objekt für die mechanische Lungenbehandlung gewesen. Ueber die Art der Behandlung, ob mit Inspirationen komprimirter oder mit Expirationen in verdünnte Luft oder mit der intermittirenden Methode, gehen die Ansichten der Sachverständigen einigermaassen auseinander. Als ein wirkliches Heilmittel kann jedoch die pneumatische mechanische Behandlung bei einem Bronchialasthma nicht angesehen werden.

Waldenburg wendet vorerst die Inspirationen komprimirter Luft an. Durch dieselben wird seiner Ansicht nach durch die krampfhaft verengten Bronchien Luft in die hinter den Verengerungen gelegenen Lungentheile getrieben und so durch Beförderung des Gasaustausches der Athemnoth begegnet. Selbst während weniger heftigeren Anfällen konnte durch Inspirationen komprimirter Luft das Asthma unterbrochen werden. Bei heftigen asthmatischen Anfällen ist die pneumatische Behandlung nicht ausführbar. In den freien Intervallen soll die komprimirte Luft ebenfalls günstig wirken, indem der Brustraum durch dieselbe erweitert und die Lungen der mittleren Inspirationsstellung bleibend näher gebracht werden. Die Inspirationen komprimirter Luft erreichen dieses Letztere ohne Gefahr für das Lungengewebe, was nach Waldenburg die Natur unter allmählicher Herbeiführung eines Emphysems bewirkt. Die Inspirationen komprimirter Luft kompensiren nach Waldenburg die Wirkungen des Asthmas für Ausbildung eines Emphysems. Linderung und Hinausschiebung der Anfälle wurde immer beobachtet. In den freien Intervallen unterstützt Waldenburg auch die Retraktion der Lungen durch Ausathmungen in verdünnte Luft.

Störk, welcher als Ursache des reinen Bronchialasthmas eine akut auftretende Bronchialschleimhautschwellung annimmt, sah nur von der intermittirenden Methode Nutzen. Expirationen in verdünnte Luft allein verschlimmerten immer das Leiden, woraus er nebenbei auf die Richtigkeit seiner Entwicklungstheorie für das Asthma schliesst.

Auch Schnitzler und Hänisch sprechen sich für die kombinierte intermittirende Methode aus. Anfangs liess Hänisch während des Anfalles selbst nur komprimirte Luft einathmen, fand aber, dass der Anfall nur dann koupirt werden konnte, wenn er eben erst begonnen hatte; auf der Höhe des

Anfalles wurde gar keine Erleichterung erzielt, offenbar deshalb, weil nur wenig Luft durch die verengten Bronchiolen hindurch in die noch ausgedehnten Alveolen hineingelangen und sich hier mit der alten Luft vermischen konnte. Ganz gleich ist nach Hänisch für die Anwendung der Methode, ob man einen Krampf der Muskeln oder eine akute Schwellung als Ursache des Asthma annimmt. Das intermittirende kombinierte Verfahren schaffte immer Erleichterung. Nimmt man Krampf als Ursache des Bronchialasthma an, so wird nach ihm durch die Expiration in verdünnte Luft die angehäuften Residualluft ausgepumpt, und der Gasaustausch, unterstützt durch die damit verbundenen Inspirationen komprimirter Luft, geht gut von Statten; nimmt man eine akute Schwellung mit Störk als Ursache des Asthma an, so nützen die Expirationen in verdünnte Luft nach Hänisch dadurch, dass durch die noch grössere Vermehrung der Blutfülle in der Schleimhaut die Sekretion derselben befördert und der Anfall abgeschlossen wird. In dieser Weise erklärt Hänisch den Nutzen der Expirationen in verdünnte Luft kombiniert mit Inspirationen verdichteter.

Biedert konnte nur Linderung bei rein nervösem Asthma erzielen. Mehr nützte ihm die mit Amylnitrit geschwängerte komprimirte Luft zur Einathmung. Vier Tropfen Amylnitrit für eine Sitzung. — Ich habe bei nervösem Asthma wesentliche Erfolge von der pneumatischen Behandlungsmethode überhaupt nicht gesehen.

Methode. Die komprimirte Luft ist zu $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{50}$ Atmosphärendruck für 20—30—60—100 Inspirationen zu gebrauchen. Nach diesen Inspirationen ebenso viel Expirationen in verdünnte Luft, bei welchen man von vornherein etwas höheren Druck, $\frac{1}{50}$ Atmosphäre, anwenden und bis zu $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{30}$ Atmosphäre steigern kann. Biedert empfiehlt als Schluss noch einige Inspirationen komprimirter Luft.

7) Lungenemphysem.

Wenn wir uns vergegenwärtigen, dass das substantive Lungenemphysem auf einer übernormalen Ausdehnung der Lungenalveolen beruht, wobei deren Elasticitäts- und Kontraktilitätsvermögen mehr oder weniger in hohem Grade gelitten hat, dass durch diese anatomischen und physikalischen Veränderungen im Lungengewebe die Expirationskraft geschwächt ist, dass in Folge dessen die Luft nicht in dem normalen Quantum bei der Expiration entleert wird, wodurch die Residualluftmenge bedeutend erhöht wird, die Inspirationen nicht genug neue Luft den Lungen zuführen können, die Kohlensäureanhäufung in den Lungen zunimmt, und Allem zufolge Dyspnöe entsteht, so liegt nichts näher, als dass wir nur in der Unterstützung der Respiration durch Ausathmung in verdünnte Luft ein Mittel haben können, welches allen diesen Zuständen entgegentritt. So ist es auch. Die Expirationen in verdünnte Luft bilden das rationellste, radikalste Heilmittel bei Emphysem, und alle Emphysematiker müssten an den Erfinder der ganzen Methode, J. Hauke, mit der innigsten Verehrung denken.

Wir haben gesehen, dass die Expirationen in verdünnte Luft gerade Alles das bewirken, was beim Emphysem fehlt. Niemandem wird es einfallen, alle Emphyseme ohne Unterschied ihres Entwicklungsgrades für die Expirationen in verdünnte Luft als Heilobjekte aufstellen zu wollen; denn die Veränderungen, welche in zweiter Linie als Folge des emphysematösen Zustandes der Lungen sich entwickeln, können nicht durch verdünnte Luft geheilt werden: eingetretene Alveolarwanddefekte, Obliterationen und Verödungen von Lungenkapillaren etc. Die Expirationen in verdünnte Luft wirken nicht auf die pathologisch anatomischen, sondern nur auf die physikalischen Verände-

rungen emphysematöser Lungen kurativ. Da aber eine ganze Lunge nie gleichmässig denselben Grad emphysematöser Veränderung darbietet, sondern die verschiedensten — anfänglichen und weiter fortgeschrittneren — Grade zeigt, so können Expirationen in verdünnte Luft auch noch eingeschränkt kurativ auf alte Emphyseme wirken.

Die kurativen Erfolge durch Expirationen in verdünnte Luft bei Lungenemphysem haben ausnahmslos alle Beobachter; alle sind mit dem Ausdrücke Waldenburg's, dass die verdünnte Luft ein Antidot gegen das Lungenemphysem sei, vollkommen einverstanden. Grosser Demonstrationen bedarf es kaum, um die Wirksamkeit dieses Mittels auseinander zu setzen, fast mathematisch glatt heben die Wirkungen der Expirationen in verdünnte Luft die Erscheinungen beim Lungenemphysem auf; hier Volumenvergrösserung, dort als Wirkung: Volumenverkleinerung; hier Ausdehnung, dort Retraktion; hier Luftanhäufung, dort Luftentziehung u. s. w. Und alle diese Wirkungen der verdünnten Luft haben bleibenden Erfolg.

Ganz genau ist in den verschiedensten Berichten — und jeder Arzt kann sich selbst gelegentlich der Anwendung der verdünnten Luft bei Lungenemphysem überzeugen — perkutorisch nachgewiesen, dass die emphysematösen Lungen sich bleibend verkleinern und meist ihre normale Expirationsstellung wieder bekommen; mit Zahlen ist die Vergrösserung der Lungencapazität bis zur normalen Höhe nachgewiesen; unbestreitbar zeigt sich der pneumatometrische Expirationsdruck wieder kräftig und erlangt seine normale Höhe; immer wird das Schwinden der Dyspnöe beobachtet; immer nehmen die lästigen Erscheinungen beim Emphysem ab und mit deren Abnahme steigert sich stets das meist so geschmälerte All-

gemeinbefinden. Sämmtliche Untersuchungsmethoden beweisen, mit wenigen Worten, die Heilung nicht zu alter und die Besserung älterer Lungenemphyseme.

Die Lungenkapazität steigt oft nach kurzer Zeit der Behandlung um 1000 Kubikcentimet., später noch höher, und oft wurde das höchste Maass einer gesunden Lungenkapazität wieder gesehen. Sowohl der Inspirations- wie ganz besonders der Expirationsdruck erreichen die Norm, und Hänisch theilt zum Ueberfluss eine grosse Anzahl mit dem Riegel'schen Sthetograph gezeichneter Kurven mit, die beim Beginn der Behandlung der betreffenden Kranken alle die von Riegel angegebenen und als charakteristisch für das Emphysem bezeichneten Eigenthümlichkeiten boten, am Schlusse der Behandlung sich aber mehr oder weniger normal zeigten. Gleichzeitig mit dem Normalwerden der Respirationskurven schritt auch die Zunahme der Lungenkapazität, der pneumatometrischen Werthe, die Besserung des Allgemeinbefindens.

Wie schon erwähnt, ist diese Wirkung der verdünnten Luft auch von Dauer. Die Heilung selbst haben wir nicht nur der Einwirkung der verdünnten Luft auf die Lungen zuschreiben, sondern auch der auf die Cirkulation. Durch die Vergrösserung des Lungenblutstrombettes und die Erhöhung des Blutreichthums in den Lungen bei Gebrauch der verdünnten Luft wird auch das beim Emphysem so hochgradig-anämische Lungengewebe besser ernährt; und da diese Wirkungen bleibende werden, indem die Expiration wieder mit normaler Kraft geschieht, werden alle Ernährungsstörungen in den emphysematösen Lungen, sobald sie noch zu heben sind, gehoben. Und Diejenigen, welche das Lungenemphysem nur aus Ernährungsstörungen des Gewebes entstehen lassen,

werden sonach ebenfalls die Expirationen in verdünnte Luft als ein Heilmittel ansehen können.

Die kurative Wirkung der verdünnten Luft bei Emphysem wird nicht allein von den deutschen Autoren, sondern auch von englischen (besonders Dobell, Berkart), holländischen und schwedischen Aerzten (Sannes, Budde*) anerkannt.

Die Altersemphyseme und die vikariirenden Emphyseme können selbstverständlich durch verdünnte Luft nicht geheilt werden. Das Altersemphysem beruht auf Störungen (Atrophie des Lungengewebes), welche kein Mittel aufhalten kann; die vikariirenden Emphyseme können nur schwinden, wenn eben die Lungentheile, für welche die gesunden Lungen durch vikariirende Athmung zu stark arbeiteten, wieder athmen können. Und dann schwinden sie von selbst. Gegen die lästigen Symptome (Dyspnöe), gegen etwa vorhandene Komplikationen (Bronchialkatarrh) etc. wirkt die pneumatische Behandlung natürlich auch hier gleich günstig.

Methode. Reine Emphyseme werden Wochen und Monate lang nur mit Expirationen in verdünnte Luft behandelt. Und zwar wendet man im Allgemeinen einen — Druck von $\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{25}$ Atmosphäre an und lässt täglich, am liebsten zwei Mal, 50 bis 100 und mehr Ausathmungen vornehmen.

Anders gestaltet sich die Behandlung, wenn Emyhyseme mit Bronchialkatarrhen in so hochgradig quälender Weise verbunden sind. Hier wirkt die intermittirende Methode, wie bei Bronchitis angegeben, ganz merkwürdig erleichternd. Man beginnt am besten mit 40—50—60 Inspirationen komprimirter

*) Budde beobachtete bei 4 Fällen von Emphysem mit Leberhyperämie und Zuckerharnruhr unter Anwendung von Expirationen in verdünnte Luft ($\frac{1}{60}$ — $\frac{1}{40}$ Atmosphärendruck) mit Besserung des Emphysems und der Leberhyperämie Schwinden der Zuckerharnruhr und Ausbleiben der Zuckerausscheidung selbst nach Wiederaufnahme der gewöhnlichen Kost.

Luft von ca. $\frac{1}{60}$ Atmosphärendruck und lässt dann nach einer Pause Expirationen in verdünnte Luft mit $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{30}$ Druck machen. Viele lassen noch zum Schluss einige Inspirationen komprimierter Luft vornehmen. Diese Athmungen werden täglich 2—3 Mal vorgenommen.

Aehnliche Behandlung ist auch für das asthmatische Emphysem angezeigt. Das Asthma mit Emphysem ohne Bronchitis wird wie das reine Asthma mit der intermittirenden Methode behandelt; sie bietet aber grössere Erfolge nicht, als wie beim reinen Bronchialasthma.

Das Asthma auf bronchitischer Basis bei Emphysem ist für die pneumatische Behandlung radikaler zugänglich. Durch Anwendung der intermittirenden Methode, wie wir sie schon oft auseinandersetzen, schwindet dasselbe leicht und gut mit der Bronchitis, oft nach einigen Sitzungen.

8) Stenose des Larynx und der Trachea.

Die Wirkung der Inspirationen komprimierter Luft bei diesen Leiden kann nur symptomatisch sein und den Luft-hunger stillen, indem durch die verdichtete Luft in kleinerer Menge mehr Luft den Lungen zugeführt wird, als durch die Stenosen in die Lungen bei Athmung in der gewöhnlichen Atmosphäre dringen kann. Die Jedem bekannten Inspirationsanstrengungen mit Einziehungen der nachgiebigeren Thoraxstellen lassen bei der künstlichen Einathmung komprimierter Luft sofort nach.

Waldenburg berichtet über einige Fälle von syphilitischer Trachealstenose, syphilitischer Larynxstenose, von Lähmung der Glottiserweiterer, wo ihm die Inspirationen komprimierter Luft wesentliche Dienste leisteten und wo die Dyspnöe augenblicklich sich minderte, so dass eine Tracheotomie erspart und Zeit zu anderweitiger Behandlung (mit Dilatation, Elektrizität, Medikamenten) gewonnen wurde.

9) Kroup und Diphtherie.

Auch hier kann die Wirkung nur symptomatisch und gegen die beschränkte Inspiration gerichtet sein, ganz in gleicher Weise wie bei den Stenosen der Luftwege.

J. Hauke versuchte mit seinem Apparat zuerst Inspirationen komprimirter Luft bei Kroup, gab aber das Verfahren gegen diese Krankheit der Erfolglosigkeit halber auf. Denn es sind meist Kinder, welche erkranken, und diese sind entweder zu ungeschickt bei Handhabung des Apparates oder widerspänstig.

Waldenburg glaubt, bei Diphtheritis von mit Sauerstoff gemengter verdichteter Luft Erfolge erwarten zu können und fordert zu Versuchen auf.

Ich möchte fast behaupten, dass durch die Einathmung komprimirter Luft viel leichter bei Diphtheritis die Fortsetzung des Processes in die Tiefe befördert wird, indem durch die mit Gewalt einströmende Luft diphtheritisch-inficirte Theilchen mit fortgerissen werden.

10) Asphyxie, durch irrespirable Gase und flüchtige Medikamente (Kohlensäure, Kohlenoxyd, Chloroform, Aether etc.), durch Erhängen, Ertrinken etc. erzeugt, kann mittelst der pneumatischen Apparate durch Hervorrufung der künstlichen Respiration erfolgreich behandelt werden. Der Athmungsschlauch des Apparates muss jedoch mit einem in die Trachea oder den Kehlkopf eingeführten Schlauch verbunden werden. Simonoff will die Apparate überhaupt nur für solche Zwecke verwendet wissen und Waldenburg wünscht, dass in Operationssälen, Rettungsanstalten, Kliniken schon deshalb pneumatische Apparate zur Disposition sein müssten.

Störk führt ein glänzendes Beispiel an, wo durch seinen Apparat das Leben einer Tracheotomirten gerettet wurde.

Nach einer Tracheotomie bei einer hochgradigen syphilitischen Larynxstenose stellte sich eine profuse Blutung ein, jeden Moment hustete die Patientin grössere Mengen Blut aus; sie fing an zu röcheln, woraus zu entnehmen war, dass sich die feineren Bronchien allmählich mit Blut füllten; die Situation wurde immer verzweifelter. Störk führte schnell eine Schlundröhre in die Trachea ein und begann das Blut mit einer Spritze auszupumpen. Dies nutzte nichts. Die Patientin verfiel immer mehr, wurde pulslos, kalt, das Leben schien definitiv zu erlöschen. Schnell führt Störk eine weitere Schlundröhre bis zur Bifurkationsstelle der Trachea ein, verbindet sie mit seinem Apparat, der in der Stube sich befand, nimmt zuerst Expirationen vor und befördert eine Anzahl langer Stränge geronnenen Blutes heraus. Einige Sekunden später, als keine Blutgerinnsel mehr kamen, liess Störk die Patientin künstliche In- und Expirationen am Apparat vornehmen, und bald erholte sich dieselbe. — Fischl berichtet über einen Fall, wo er durch Einleitung der künstlichen Athmung mittelst des Respirationsapparates einen durch Kohlenoxydgas bereits Asphyktischen wiederbelebte.

II. Herzkrankheiten.

Die Druckwirkungen der komprimirten und verdünnten Luft auf das Herz verwerthet Waldenburg besonders zur Behandlung von Herzkrankheiten. Er und Hänisch haben die therapeutische günstige Wirkung auch sphymographisch nachgewiesen. Im Allgemeinen ist jedoch die Neigung zur Verwendung der Apparate bei Herzkrankheiten keine ausgebreitete, wenn sich auch geradezu Niemand, ausser Ducrocq, welcher die komprimirte Luft bei organischen Herzkrankheiten für gänzlich unwirksam hält, ablehnend verhält. Im Ganzen sind ausser-

dem die Erfahrungen über den therapeutischen Werth der lokalpneumatischen Behandlung bei Herzkrankheiten nicht zahlreich genug, um die theoretischen Auslassungen als allseitig richtig annehmen zu können.

Waldenburg empfiehlt nur die Inspirationen komprimirter und die Inspirationen verdünnter Luft. Expirationen in verdünnte Luft wendet er deshalb nicht an, weil dieselben aus Rücksicht auf die Lungen mit so hohem Druck nicht ausgeführt werden dürfen, dass sie einen mechanischen Einfluss auf Herz und Blutcirculation ausüben können. Inspirationen verdünnter Luft wirken mit niedrigem Druck schon sehr viel kräftiger als Expirationen in verdünnte Luft mit hohem Druck. Freilich setzen Inspirationen verdünnter Luft noch einen ziemlichen Kräftezustand und wenig Dyspnöe voraus, um angewendet werden zu können.

Waldenburg stellt für die Behandlung von Herzkrankheiten folgende Indikationen auf.

Die Inspirationen komprimirter Luft sind indicirt bei Herzkrankheiten, wo es sich darum handelt: 1) die Spannkraft des Herzens und den Druck im Aortensystem zu erhöhen; 2) das Ausströmen des Blutes aus dem Herzen zu erleichtern; 3) das Abfliessen des Blutes aus den Körpervenien in's Herz zu erschweren; 4) die Lungen vom Blut zu entlasten; 5) die Blutfülle im grossen Kreislauf zu vermehren.

Alle diese Indikationen sind zu erfüllen bei:

1) Insufficienz der Metralklappen und bei Stenose des ostium venosum sinistrum. Dass die komprimirte Luft gegen diese organischen Herzfehler nur ein Palliativmittel sein kann, um die Leiden erträglich zu machen, versteht sich von selbst. Theoretisch möchte Waldenburg auch eine Besserung einer Stenose nicht ganz ausschliessen.

Die beiden erwähnten Herzleiden gehen, wie bekannt, mit oft enormer Blutüberfüllung in den Lungen einher. Das Blut staut in der rechten Herzhälfte, dieselbe dilatirt sich und hypertrophirt. Später leidet auch der linke Ventrikel. In dieser Weise kompensirt die Natur die Kreislaufstörungen und stellt eine dem Leiden entsprechende Blutströmung in den Lungen her. Hänisch hält bei solchen schon auf natürlichem Wege eingetretenen Kompensationen die pneumatische Behandlung für überflüssig. Waldenburg ist jedoch hier von dem Nutzen derselben noch insofern überzeugt, als die Inspirationen komprimirter Luft die durch die Kompensationen neugewonnenen Gleichgewichtszustände in dem Lungenblutkreislauf bewahren und aufrecht erhalten.

Wirksamer ist nach Hänisch und Waldenburg die komprimirte Luft, wenn natürliche Kompensationen noch nicht eingetreten sind. Die Wirkung ist hier nicht nur eine momentane, sondern auch in gewissen Grenzen eine bleibende. Die Kompensationsbestrebungen der Natur werden wesentlich unterstützt. Die Inspiration komprimirter Luft ist nach Waldenburg ein wahres Antidot gegen die Kreislaufstörungen obiger Herzfehler, indem sie in ganz gleicher Weise wie eine bereits eingetretene Kompensation durch Herzhypertrophie wirkt. Sowohl Waldenburg wie Hänisch beobachteten durch Einathmung komprimirter Luft bei obigen Herzkrankheiten immer Nachlassen der Herzpalpitationen, Aufhören des aussetzenden, leeren, kleinen Pulses, Aufhören der Dyspnöe und der Cyanose. Gleich günstige Erscheinungen beobachtete auch Schnitzler; ja derselbe beobachtete sogar, dass ein systolisches Geräusch unter dem Einfluss komprimirter Luft schwand und einem normalen Tone Platz machte. In einem Falle rief jedoch die komprimirte Luft stenokardische Anfälle hervor.

Die günstigere oder weniger günstigere Wirkung der In-

spirationen komprimirter Luft hängt natürlich noch von dem Kräftezustande des Kranken, vom Vorhandensein oder Fehlen sekundärer Störungen ab. Sind die Kräfte gering, sind schon sekundäre Störungen (Albuminurie, Oedeme etc.) da, dann ist eine effektvolle Wirkung kaum zu erwarten.

2) Insufficienz und Stenose der Aortenklappen. Die Wirkungen von Inspirationen komprimirter Luft sind analog wie bei den vorigen Herzleiden. Waldenburg hat nur günstige Erfahrungen bei Insufficienz der Aortenklappen. Biedert erwähnt zwei Fälle von Insufficienz und Stenose der Aorta, wo Einathmungen verdichteter Luft den begleitenden starken Katarrh besserten, die nächtliche Athemnoth beseitigten.

3) Fettherz. Waldenburg behandelte einige Fälle mit vorübergehendem und andere Fälle ohne jeden Erfolg.

4) Chronische Hämoptyse. Obwohl Waldenburg bei chronischer Hämoptyse, mag sie von Herz- oder Lungenleiden herrühren, nie besondere Erfolge von Inspirationen komprimirter Luft hatte, so möchte er doch für fernere Anwendung derselben eintreten. Theoretisch scheint ihm die komprimirte Luft bei Hämoptysen durch Stauungshyperämien in den Lungen bei Herzkrankheiten indicirt.

Anhangsweise sei noch erwähnt, dass Waldenburg sich von den Inspirationen komprimirter Luft viel verspricht bei gestörter Menstruation, unterdrückten Hämorrhoiden mit vikariirenden Hyperämien als Ursache von Entzündungen und Blutungen in edlen Organen, besonders den Lungen (vikariirenden Blutungen). Auch gegen Chlorose empfiehlt Waldenburg die komprimirte Luft, und er selbst sah Erfolge bei Chlorotischen gelegentlich der Behandlung anderer Krankheiten mit dem Apparate. Er stützt sich hier auf die Schwäche des Herzmuskels bei Chlorose, der das Blut nicht zur normalen Cirku-

lation in den bei Chlorotischen eventuell zu eng angelegten Gefässen bringen kann. Die komprimirte Luft erleichtert dann die Herzaktion. — Bei Morbus Brighthii soll nach Waldenburg ferner eine noch nicht zu Stande gekommene Kompensation durch Hypertrophie des linken Ventrikels durch Inspirationen komprimirter Luft ersetzt werden.

Inspirationen verdünnter Luft, die Waldenburg aus Eingangs und aus an anderen Orten schon erwähnten Gründen für die Behandlung von Herzkrankheiten vorzieht, sind indicirt: 1) wo der Druck im Aortensystem herabzusetzen ist; 2) wo der Abfluss des Blutes aus den Körpervenien in's Herz zu erleichtern und zu vermehren ist; 3) wo der Zufluss zu den Körperarterien herabzusetzen oder zu erschweren ist; 4) wo der Blutgehalt in den intrathoracischen Organen, namentlich den Lungen, zu steigern ist.

Demnach sind es Erkrankungen der rechten Herzhälfte, welche, der Theorie nach, zur Behandlung mit Inspirationen verdünnter Luft heranzuziehen wären, weil hier gewissermaassen eine Blutarmuth in den Lungen eintritt, die durch die verdünnte Luft gehoben wird. Waldenburg glaubt aber auch, dass die Abwechselung mit Inspirationen komprimirter Luft günstig wirken kann. Während die verdünnte Luft das Blut in die Lungen saugt, treibt die komprimirte Luft das Blut aus den Lungen heraus. (Vielleicht ist dann eine Herzbewegung gar nicht mehr nöthig?). — Doch hier ist die Grenze aller theoretischen Spekulationen und wir wollen damit schliessen. Expirationen in verdünnte Luft wendete Schnitzler in einem Falle von Insufficienz der Tricuspidal-

klappe mit Stenose des ostium venosum dextrum ohne Erfolg an.

Methode. Bestimmte Angaben können über die Methode bei Herzkrankheiten nicht weiter gemacht werden, da wirkliche maassgebende Erfahrungen fehlen. Man kann nur $\pm$ Drucke von $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{50}$ Atmosphäre anwenden, und sie wurden von Waldenburg in den betreffenden Fällen auch verwendet.

Kontraindikationen.

Die komprimirte Luft ist nach Waldenburg kontraindicirt, wo Gefahren von einer weiteren Drucksteigerung zu befürchten sind und wo Kongestionen oder Blutungen in einem ausserhalb des Brustkastens gelegenen edlen Organe entweder bestehen oder Disposition dazu vorhanden ist. Die hierhergehörigen Krankheitszustände sind: Atherose der Gefässe, Neigung zu Gehirnhämorrhagien, apoplektischer Habitus, Blutungen in anderen Organen (Magenblutungen, Nierenblutungen), profuse Hämorrhoidalblutungen. Biedert zählt zu den Kontraindikationen noch Bronchiektasie. Waldenburg hält seine eben angegebenen Kontraindikationen nicht für unbedingte betreffs der Inspirationen komprimirter Luft, sie gelten nur als streng für die Expirationen in komprimirte Luft. Beobachtung von Ruhepausen, Vermeidung zu reichlichen Gebrauchs lassen in dringenden Fällen die Anwendung der Inspirationen komprimirter Luft noch zu.

Verdünnte Luft ist kontraindicirt da, wo der Blutzufuss nach den Lungen schon vermehrt ist, also bei Hämoptöe und Neigung dazu, bei frischen Entzündungen; und ferner, wo der Blutdruck im Aortensystem bereits schon stark herabgesetzt ist, folglich bei grosser allgemeiner Schwäche, besonders Schwäche des Herzens.

Anhang.

Bei der Athmung komprimirter und verdünnter Luft machen sich auch auf das Gehörorgan Wirkungen bemerkbar. Die komprimirte Luft dringt durch die Tuba Eustachii in's innere Ohr, und es tritt in Folge der Druckdifferenz zwischen innerer dichter und äusserer — atmosphärischer — dünnerer Luft Auswärtsbiegung des Trommelfelles ein. Subjektiv klagen manche Kranken, dass es ihnen vor den Ohren liege. Umgekehrte Druckdifferenzerscheinungen sind bei Athmung verdünnter Luft vorhanden. Waldenburg glaubt, dass die Wirkung des Apparates auf das Gehörorgan für die Otiatrie benutzt werden könne, weil man hier eine genau zu dosirende Druckkraft zu verwenden habe. Auch schlägt er, wie Lucae, vor, durch eine Ohrmaske verdünnte Luft als Zugkraft mechanisch durch das äussere Ohr auf's innere Ohr wirken zu lassen.

Im geschichtlichen Theil haben wir schon des Vorschlags von Dr. Josephson gedacht, die komprimirte Luft (von dem pneumatischen Kabinett abgeleitet) bei Verengerungen im Darmkanal, bei Intususceptionen, bei Volvulus, bei inneren Einklemmungen zu benutzen, dadurch dass man einen Schlauch in's Rectum hoch hinauf einführt. Neuerdings macht Waldenburg ähnliche Vorschläge zur Benutzung der verdichteten und verdünnten Luft der transportablen Apparate. Er fügt nur

bei, dass der komprimirten Luft flüchtige Stoffe beigemischt werden können und dass ein Abfließen von Darminhalt in den Apparat bei Anwendung verdünnter Luft zu Auspumpungen etc. durch Einschaltung einer Wulff'schen Flasche zwischen Schlauch und Apparat aufgehalten werden könne.

Die Anwendung der Luftdouche mit komprimirter Luft bei blutenden Wunden, Hämorrhagien aus Nase, Mund, Gebärmutter durch Josephson wurde ebenfalls Seite 96 schon erwähnt.

Das sind Alles zunächst noch theoretische Vorschläge, die Praxis muss lehren, ob die Wirkung auf Gehör, Darm etc. die gehoffte ist und ob sie andere Mittel verdrängen kann.

Verschiedene andere Mittel

zur

mechanisch-pneumatischen Lungenbehandlung.

(Der pneumatische Panzer, die pneumatische Wanne etc. etc.)

mechanisch-pneumatische
Lungenbehandlung.

Der pneumatische Panzer von Dr. J. Hauke*) hat den Zweck, die Inspiration von Aussen her durch Anbringung eines luftverdünnten Raumes über den Thorax zu unterstützen, die Lungen auf natürliche Weise zu entfalten. Die Wirkung des pneumatischen Panzers gleicht der einer recht tiefen allseitigen Inspiration.

Hauke hat zwei pneumatische Panzer konstruirt. Der eine besteht aus dünnem Eisenblech, das an seiner Umrandung mit luftgefüllten Kautschukkissen versehen ist und mit seiner weiten Wölbung nur die beweglichen Theile der Brust umschliesst, so dass die Schultergegenden und die Wirbelsäule mit den ihr zunächst liegenden Partien frei bleiben. Zwischen dem Panzer und dem Thorax bleibt ein Luftraum, aus welchem die Luft ausgepumpt wird. Da nun bei der kontinuierlichen Luftverdünnung die Ränder dieses Panzers sehr drücken, so ersann Hauke einen zweiten Panzer, welcher aus einem den Thorax umgebenden Rohrgeflecht besteht, über welches ein luftdicht anliegendes und luftdichtes Hemd gezogen wird und das sich ausserdem an die Oberarme, den Hals und den Bauch luftdicht anschmiegt. Dieser letztere Panzer erfüllt seinen Zweck ohne Nachtheile.

Hauke empfiehlt, die Luft entweder nur während der In-

*) Wiener med. Presse 1874. 35. 36.

spiration zu verdünnen und während der Expiration atmosphärische Luft einzulassen, oder die Luft während einer ganzen Respirationszeit verdünnt zu erhalten.

Bei Verdünnung der Binnenluft, der Luft zwischen Thorax und Panzer, um $\frac{1}{36}$ — $\frac{1}{24}$ Atmosphäre während der Inspiration fühlt man nach Hauke kräftiges Ausgezogenwerden der vom Panzer umschlossenen Theile und eine energische Anregung zu tiefen Inspirationen, welche ausserordentlich erleichtert werden. Wenn atmosphärische Luft eingelassen wird, so sinkt der Thorax rasch in seine Gleichgewichtslage. Beim rhythmischen Wechsel des Luftdruckes in dem Panzer akkommodirt sich die Respiration unwillkürlich und das Gefühl der Erleichterung ist während der ganzen Respiration ein grosses. Diese abwechselnde Methode ist sonach indicirt bei: Insufficienz der Inspiration, bei inspiratorischer Dyspnöe, Asphyxie Neugeborner. Besonders bei Kindern, bei welchen andere Apparate zur Unterstützung der Respiration nicht anwendbar sind, hat nach Hauke der pneumatische Panzer wegen seiner von dem Willen der kranken Person unabhängigen Wirkung seinen Platz. Hauke glaubt auch, dass durch den Panzer eingesunkene Thoraxpartien allmählich gehoben werden können.

Bei kontinuierlicher Verdünnung der Binnenluft im Panzer fehlt das Gefühl der respiratorischen Erleichterung, weil die Expiration nur unvollständig geschehen kann. Bei jeder ruckweisen Steigerung der Verdünnung soll aber die Expiration eine Erleichterung erfahren, weil durch die steigende Luftverdünnung die expiratorische Erschlaffung des Zwerchfelles begünstigt werde. Einer plötzlichen Unterbrechung kontinuierlich gehaltener Luftverdünnung folgt eine ganz tiefe ergiebige Expiration mit bedeutender Ausströmung von Luft, selbst wenn die Unterbrechung nach Beendigung der spontanen Expiration eintritt. — Die kontinuierliche Luftverdünnung ist

nach Hauke indicirt bei Lungenatalektase, bei Thoraxrhachitis zur Vermeidung der Entstehung von Difformitäten.

Waldenburg empfiehlt noch zur Beförderung der Expiration Füllung des Binnenraumes mit komprimirter Luft während der Expiration, und zwar bei Emphysem. — Zur Verdichtung und Verdünnung der Luft kann ein pneumatischer transportabler Apparat dienen.

Beim pneumatischen Panzer fehlen alle Bestätigungen durch die Praxis, seine Wirkung ist zunächst noch auf theoretische Schlüsse gebaut. Dass er die genannten günstigen Wirkungen hat, kann Niemand bestreiten, allein in die Praxis wird er sich aus selbstverständlichen Gründen kaum einführen können.

Die pneumatische Wanne von Dr. J. Hauke. (Allgemeine Wiener med. Ztg. 1876. 13. — Wiener med. Presse 1876. 15. — Med. chirurg. Rundschau 1876. Märzheft. Sitzung der k. k. Gesellsch. der Aerzte am 17. März 1876. — Anzeiger der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien. 17. Febr. 1876. Nr. 16. — Oesterr. med. Jahrbücher 1877. I.)

Nachdem Dr. J. Hauke sich von der Unthunlichkeit der Anwendung des pneumatischen Panzers auch in der Kinderpraxis überzeugt hatte, sann er auf ein passendes Mittel, welches ebenfalls die Inspiration mechanisch und unabhängig vom Willen des Kranken zu unterstützen im Stande ist. Die pneumatische Wanne soll zur Anwendung von Bädern in verdünnter Luft mit Ausschluss des Kopfes dienen. Dadurch, dass den ganzen Körper ein luftverdünnter Raum wie beim Panzer umgiebt, wird der Thorax mechanisch erweitert und die Inspiration unterstützt. Aehnliche Versuche wurden früher schon von Tabarié gemacht (siehe Seite 9, geschichtlichen Theil), Näheres ist darüber jedoch nicht bekannt geworden.

Die pneumatische Wanne (Fig. 29) ist je nach Be-

dürfniss von verschiedener Gestalt und Grösse. Ein Deckel schliesst sie bis auf eine ca. 50 Centimet. im Durchmesser betragende kreisförmige Oeffnung vollkommen hermetisch ab. Diese Oeffnung hat rückwärts für den Hals noch einen Ausschnitt, und eine Kautschukkapuze, deren Ränder sich an das übrigens freibleibende Gesicht des in der Wanne befindlichen Kranken anlegen und überdiess durch den Luftdruck angepresst

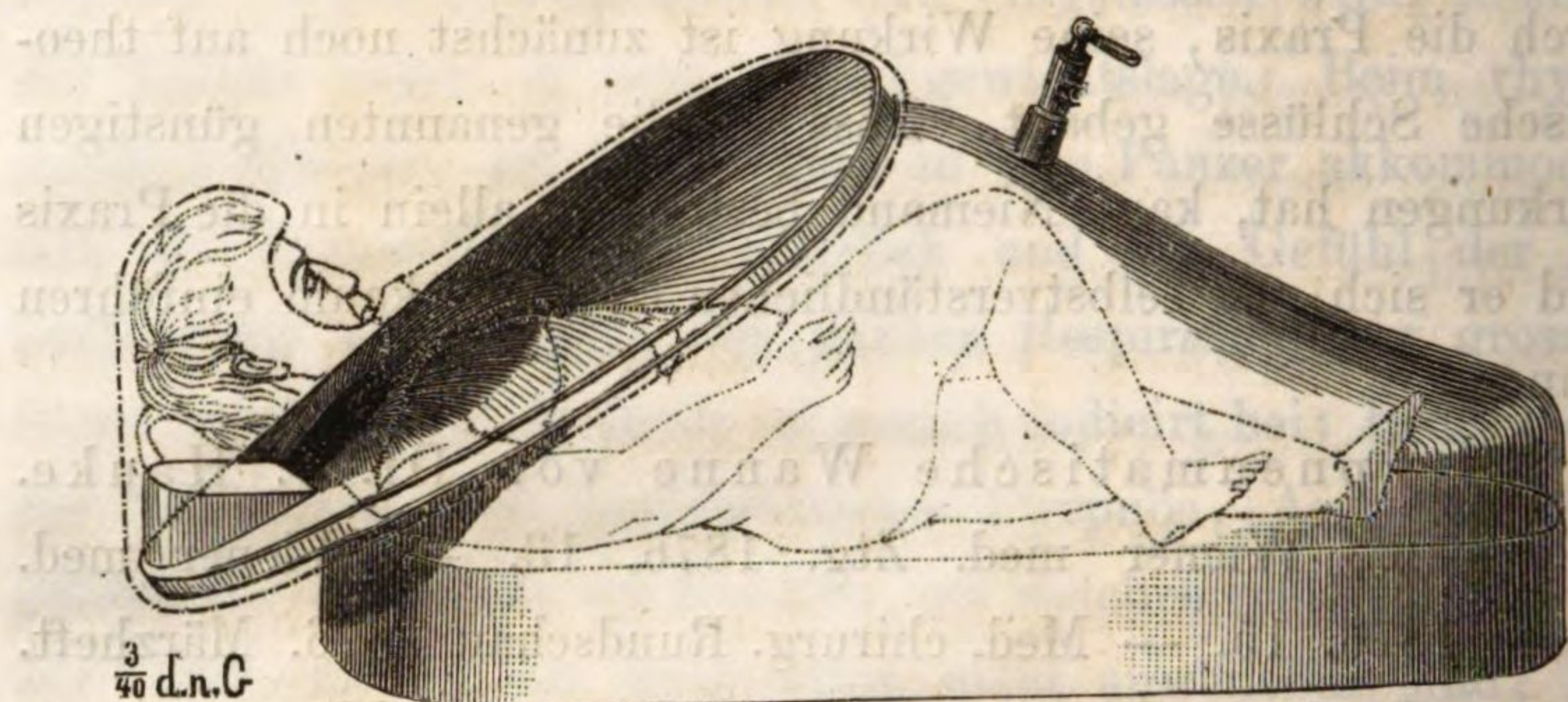


Fig. 29.

werden, vermittelt einen luftdichten Verschluss. Ein Manometer zeigt die Luftverdünnung an, welche mittelst des zur Wanne gehörigen pneumatischen Doppelapparates hervor- gebracht wird. Mit diesem Doppelapparat ist die Wanne durch Gummirohr und den Doppelhahn verbunden.

Der pneumatische Doppelapparat besteht aus zwei gasometerähnlichen Apparaten (Fig. 30. I u. II) von gleicher Grösse, welche auf einer hölzernen Unterlage nahe beisammen stehen und von einem Gerüste überragt werden, das aus vier eisernen Säulen und einem ihre oberen Enden verbindenden Rahmen besteht. Jeder dieser Apparate besteht aus einem Bassin und einer Glocke. Beim Apparat I steht das Bassin auf der Unterlage fest und die Glocke ist beweglich, beim Apparat II ist die Glocke oben am Rahmen fixirt und

mm mm mm

mm mm mm

das Bassin lässt sich, durch Rollen geführt, an den eisernen Säulen auf- und abbewegen. Beide Glocken stehen miteinander

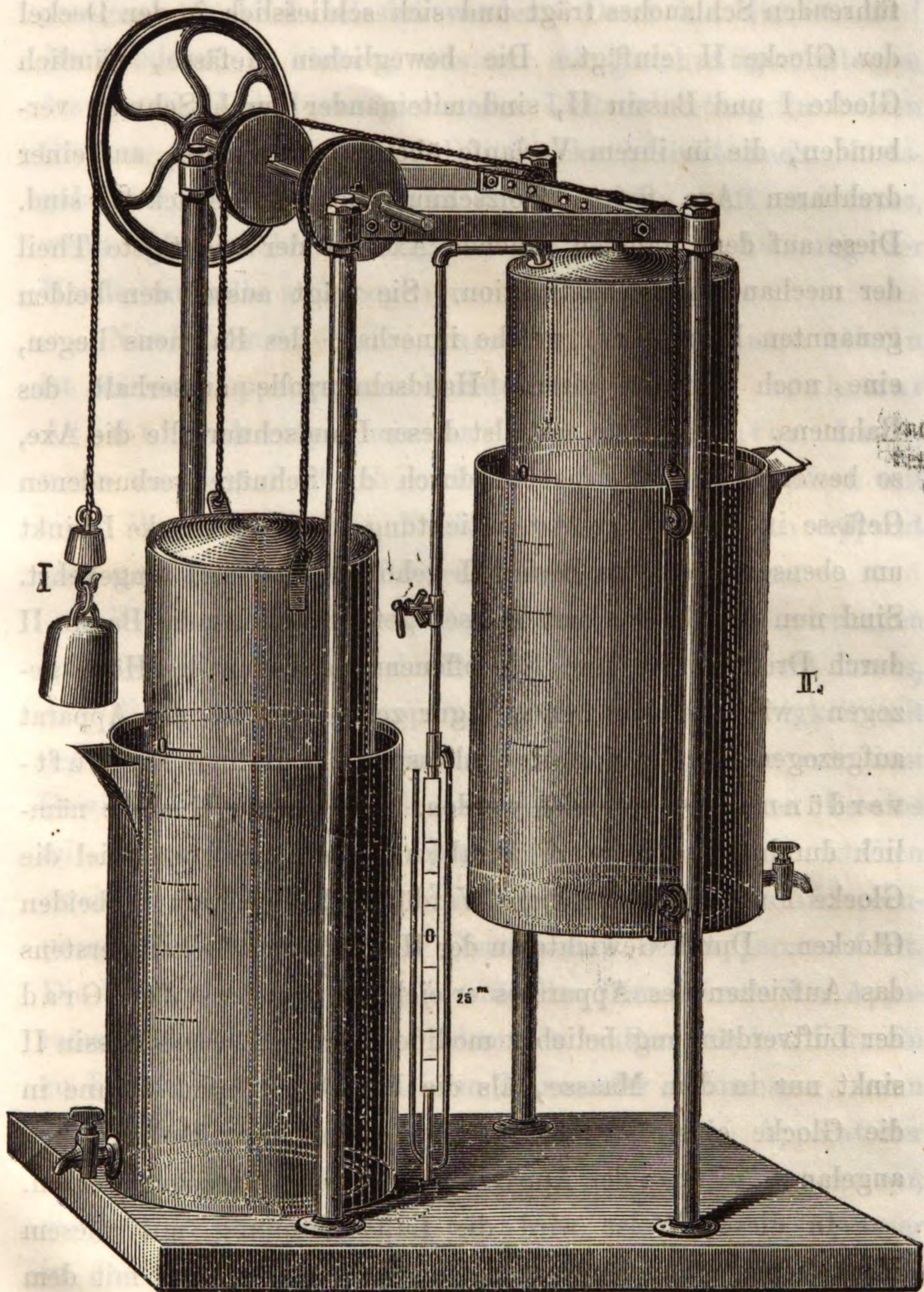


Fig. 30.

in Verbindung durch ein Rohr, welches das Bassin I unten am Boden durchdringt, im weiteren Verlauf ein Wassermanometer und einen Doppelhahn zur Aufnahme des zur Wanne führenden Schlauches trägt und sich schliesslich in den Deckel der Glocke II einfügt. Die beweglichen Gefässe, nämlich Glocke I und Bassin II, sind miteinander durch Schnüre verbunden, die in ihrem Verlaufe über zwei grössere, auf einer drehbaren Axe fixirte Holzschnurrollen aufgewickelt sind. Diese auf dem Rahmen ruhende Axe ist der wichtigste Theil der mechanischen Konstruktion. Sie trägt ausser den beiden genannten Holzrollen, welche innerhalb des Rahmens liegen, eine noch grössere eiserne Handschnurrolle ausserhalb des Rahmens. Dreht man mittelst dieser Handschnurrolle die Axe, so bewegen sich die beiden durch die Schnüre verbundenen Gefässe in entgegengesetzter Richtung, d. h. die Glocke I sinkt um ebensoviel als das Bassin II gehoben wird und umgekehrt. Sind nun die Bassins mit Wasser gefüllt und ist das Bassin II durch Drehung der Axe bei offenem Hahne in die Höhe gezogen (wie die umstehende Figur zeigt), so ist der Apparat aufgezogen und kann nach Schliessung des Hahnes zur Luftverdünnung verwendet werden. Das Bassin II sinkt nämlich durch seine Schwere herab und hebt um ebensoviel die Glocke I unter gleichzeitiger Verdünnung der Luft in beiden Glocken. Durch Gewichte an der Handschnurrolle kann erstens das Aufziehen des Apparates erleichtert, zweitens der Grad der Luftverdünnung beliebig modificirt werden. Das Bassin II sinkt nur in dem Maasse, als die Luft bei offenem Hahne in die Glocke einströmen kann. Ist es auf dem Boden unten angekommen, so muss der Apparat von Neuem aufgezogen werden.

In dieser Weise wird die Luftverdünnung mit diesem Hauke'schen Doppelapparat in der Wanne, wenn sie mit dem Apparat verbunden wird, hergestellt.



Man kann aber auch verdichtete Luft herstellen. Soll solche zur Anwendung kommen, so muss das Bassin II durch Gewichte an der Handschnurrolle äquilibrirt und die aufgezugene Glocke I belastet werden. Dann hat die Glocke I die Tendenz, zu sinken, was nur mit gleichzeitigem Steigen des Bassin II und entsprechender Luftverdichtung in beiden Glocken geschehen kann. Die Glocke I sinkt nach Maassgabe der bei offenem Hahn ausströmenden Luft und muss, wenn sie ganz herabgelangt ist, wieder durch Drehung der Handschnurrolle aufgezogen werden.

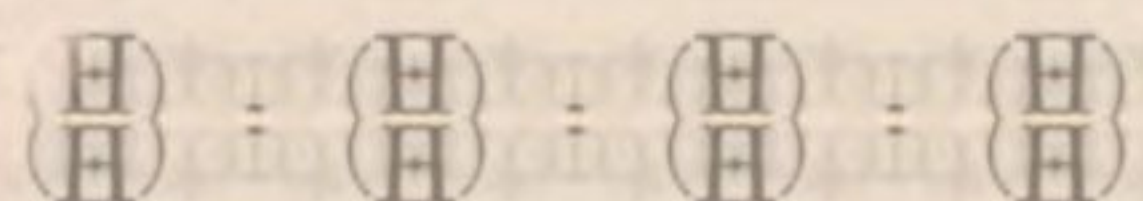
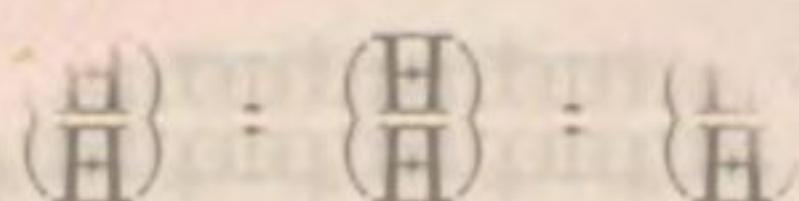
Nicht nur für die pneumatische Wanne allein ist dieser Doppelapparat benutzbar, sondern auch zur Athmung komprimirter und verdünnter Luft, wenn man den Schlauch nicht mit der Wanne, sondern mit einer Maske verbindet. Freilich muss dann für den Apparat eine genaue Druckkraftberechnung gegeben werden.

Hauke giebt zu seinem Apparat noch einige Erläuterungen beziehentlich der Grösse der Druckwirkung. Man sieht daraus, dass dieser sein Doppelapparat in der Leistungsfähigkeit mit den besten Apparaten konkurriren kann und dass mit dem Gewicht eventuell der Glocke und des beweglichen Bassins mit seiner Wassermasse schon die gewöhnlichen Druckhöhen erreicht werden können. Eine bestimmte Druckkraftberechnung für ganz feststehende Dimensionen des Apparates fehlt. Die Druckwirkung aus den eventuellen Dimensionen des Apparates sich selbst nach den bekannten mathematischen Formeln zu berechnen oder nach einem Manometer abzumessen, kann wohl Niemandem zugemuthet werden, der einen Apparat zur praktischen Verwendung kauft. Man muss hier sofort wissen, welchen Druck man erhält, wenn man so und so viel Wasser in das Bassin füllt oder so und so viel Gewichte auf die Glocke legt etc. Das Manometer soll nur der Kontrolleur für

die schon abgemessenen Druckwirkungen sein. — Die Bassins des Hauke'schen Doppelapparates sind doppelwandig. Der äussere Mantel ist 75, der innere oben abgeschlossene Cylinder 105 Centimet. hoch. Der innere Cylinder kann demnach nie ganz entleert werden und es bleibt immer ein Luftraum, der bei Benutzung des Apparates zur Einathmung verdichteter Luft nach vorhergegangener Ausathmung in den Apparat nicht gerade angenehm ist.

Nach Hauke kann der Doppelapparat noch ohne nachtheiligen Einfluss auf seine Leistungsfähigkeit dadurch vereinfacht werden, dass man nur einen Satz von Gefässen in das Gerüst stellt und der Glocke einen so grossen Durchmesser giebt, dass ihr Querschnitt allein so viel beträgt, als die Querschnitte der früheren Glocken zusammen genommen betragen. Sowohl die Glocke wie das Bassin müssen dann beweglich sein. Will man verdünnte Luft, so wird die Glocke fixirt, das Bassin in die Höhe gehoben, die Hähne werden geschlossen und das Bassin wirkt mit seinem Gewicht und dem des Wassers als Zug. Will man verdichtete Luft, so wird das Bassin fixirt und die Glocke frei gemacht, eventuell belastet. —

Eine zweite Modifikation des Apparates lässt sich nach J. Hauke dadurch noch vornehmen, dass man den Gefässen grössere Dimensionen giebt, den Nachtheil der grossen Reibung aber dadurch vermeidet, dass man das Gewicht beider Bassins und beider Glocken zum Zweck der Luftverdünnung und Luftverdichtung nutzbar macht und dass man zu gleicher Zeit beide Luftdichten erzeugt. Bei einem solchen pneumatischen Doppelapparat müssen die Glocken anders angeordnet und es müssen ferner besondere mechanische Vorrichtungen zum Aufziehen (Figur 31) angebracht werden. Einen derartigen



„pneumatischen Doppelapparat“ beschreibt J. Hauke folgender-
maassen :

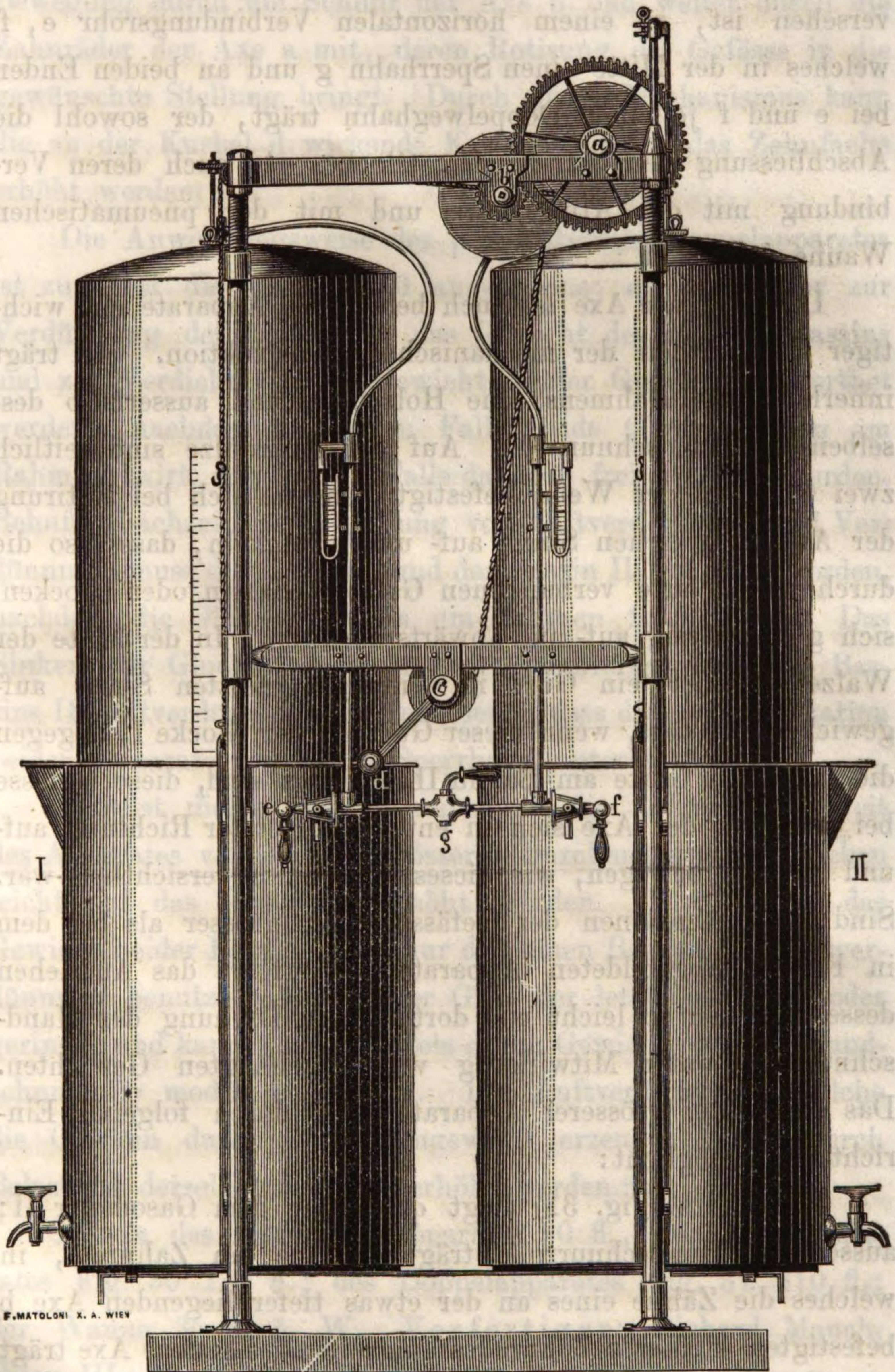


Fig. 31.

„Die vom Deckel der Glocke kommenden Schläuche führen durch senkrechte Rohre, deren jedes mit einem Manometer versehen ist, zu einem horizontalen Verbindungsrohr e, f, welches in der Mitte einen Sperrhahn g und an beiden Enden bei e und f je einen Doppelweghahn trägt, der sowohl die Abschliessung der betreffenden Glocke, als auch deren Verbindung mit der Atmosphäre und mit der pneumatischen Wanne vermittelt.

Die drehbare Axe ist auch bei diesem Apparate ein wichtiger Bestandtheil der mechanischen Konstruktion. Sie trägt innerhalb des Rahmens eine Holzwalze und ausserhalb desselben die Handschnurrolle. Auf der Holzwalze sind seitlich zwei Gurte in der Weise befestigt, dass sie sich bei Rotirung der Axe im gleichen Sinne auf- und abwickeln, dass also die durch diese Gurte verbundenen Gefässe (Bassin oder Glocken) sich gleichmässig auf- und abwärts bewegen. In der Mitte der Walze ist aber ein Gurt im entgegengesetzten Sinne aufgewickelt, so dass, wenn dieser Gurt an der Glocke I, dagegen die seitlichen Gurte am Bassin II befestigt sind, diese Gefässe bei Rotirung der Axe sich in entgegengesetzter Richtung auf- und abwärts bewegen, wie dieses bei Fig. 30 ersichtlich war. Sind die Dimensionen der Gefässe nicht grösser als bei dem in Fig. 30 abgebildeten Apparate, so erfolgt das Aufziehen desselben eben so leicht wie dort, durch Drehung der Handschnurrolle unter Mitwirkung von angehängten Gewichten. Das Aufziehen grösserer Apparate wird durch folgende Einrichtung ermöglicht:

Die Axe a (Fig. 31) liegt quer über dem Gasometer II; ausser der Handschnurrolle trägt dieselbe ein Zahnrad, in welches die Zähne eines an der etwas tiefer liegenden Axe b befestigten kleineren Zahnrades eingreifen. Letztere Axe trägt überdies eine Holzrolle mit einer daran befestigten Schnur,

die zu einer noch mehr abwärts gelegenen dritten Axe c führt. Wird letztere mittelst der Kurbel d gedreht, so theilt sich die Bewegung durch die Schnur der Axe b und weiter durch die Zahnräder der Axe a mit, deren Rotirung die Gefässe in die gewünschte Stellung bringt. Durch diesen Mechanismus kann die an der Kurbel d wirkende Kraft leicht auf das Zehnfache erhöht werden.

Die Anwendungsweise des pneumatischen Doppelapparates ist zunächst die bei Fig. 30 angegebene; es kann aber zur Verdünnung der Luft auch das Gewicht des zweiten Bassins und zur Verdichtung das Gewicht beider Glocken verwerthet werden, nachdem im ersten Falle beide Glocken oben am Rahmen fixirt, im zweiten Falle dagegen frei gemacht wurden. Behufs gleichzeitiger Erzeugung von Luftverdichtung und Verdünnung muss die Glocke I und das Bassin II gehoben werden, nachdem die Glocke II oben am Rahmen fixirt wurde. Das Sinken der Glocke I bewirkt Luftverdichtung, dass des Bassins II Luftverdünnung, vorausgesetzt, dass die Kommunikation beider Apparate durch den Sperrhahn unterbrochen ist.

Mittelst dieser Vorrichtung kann die Leistungsfähigkeit des Apparates vermöge des grösseren Durchmessers der Glocken leicht auf das Dreifache erhöht werden. Je nachdem das Gewicht beider Bassins oder nur des einen Bassins zur Luftverdünnung benutzt wird, ist der Grad der letzteren höher oder geringer und kann überdiess stets durch Gewichte an der Handschnurrolle modificirt werden. Die Luftverdichtung, welche die Glocken durch ihr Eigengewicht erzeugen, kann durch Belastung derselben beliebig erhöht werden.“

Preis des einfachen Apparates 90 fl., des Doppelapparates Fig. 30 145 fl.; des Doppelapparates Fig. 31 210 fl.; der Wanne 35 fl. ö. W. Verfertiger: Richard Mauch, Wien III. Apostelgasse 14.

Wenn nun der Kranke in der Wanne untergebracht und die Luft verdünnt worden ist, strömt die atmosphärische Luft entsprechend dem Verdünnungsdrucke in der Wanne in die Luftwege des Kranken ein und erleichtert die inspiratorische Ausdehnung der Lunge. Der Grad der Verdünnung, welcher in der Wanne herzustellen ist, muss nach Hauke's Angabe und Berechnung $\frac{1}{20}$ Atmosphäre betragen.

Den Grad der behufs Erleichterung der Inspiration (auf die es beim Kroup hauptsächlich ankommt) erforderlichen Luftverdünnung berechnete Hauke aus den Werthen der bei der Respiration in Thätigkeit gesetzten positiven und negativen Kräfte; für die Inspiration gilt, wenn m die Kraft der Inspirationsmuskeln, w die Widerstände von Seiten der Thoraxwand, e die Elasticität der Lunge und v die bei der Inspiration durch verengte Luftwege entstehende Luftverdünnung in der Lunge bedeutet, der Ausdruck: $m > w + e + v$. Der Werth von w ist noch nicht ermittelt, im Kindesalter aber viel geringer als bei Erwachsenen; e schätzt Donders auf 30 Millimet. Hg, d. h. die Kontraktionskraft der Lunge übt an der Innenfläche des Thorax einen Zug aus, stark genug, um ein im Pleurasack gedachtes Luftquantum um $\frac{4}{100}$ Atmosphäre zu verdünnen. Bei Kindern ist dieser Werth gewiss nicht viel kleiner, da er auf der Wirkung von elastischen und organischen Muskelfasern beruht und der geringeren Masse auch ein geringerer Querschnitt entspricht. Den Werth von v hat Hauke durch Experimente an 4—9jährigen Kindern ermittelt und zwischen $\frac{1}{100}$ — $\frac{2}{100}$ Atmosphäre gefunden. Sollen nun wenigstens die beiden letzten Widerstände zu Gunsten der Inspirationskraft beseitigt werden, so muss man eine Luftverdünnung von $\frac{5}{100}$ Atmosphäre auf die Aussenfläche der Brustwand wirken lassen. Dann hat m nur w zu über-

winden, und die Kraftersparung beträgt den 20. Theil des atmosphärischen Druckes auf die genannte Fläche, also 20 Kilo, wenn die genannte Oberfläche zu 400 □ Centimet. mit 1 Kilo Druck auf je 1 □ Centimet. angenommen wird. Bei der Expiration wirken sämtliche Widerstände im positiven Sinne, und der Ausdruck für den Gesamtwert der Expirationskraft lautet, wenn m' die Aktion der Athmungsmuskeln bedeutet: $m' + w + e + v$. Es bleibt also nach Eliminirung von $e + v$ noch immer genügende Expirationskraft.

Hauke erprobte die Wirkung der Luftverdünnung in der pneumatischen Wanne an sich selbst; es trat schon vor Beginn der Inspiration eine Erweiterung des unteren Brustumfanges mit Vorwölbung des Epigastriums ein, tiefe Inspirationen geschahen sehr leicht, die Expirationen gingen spontan unvollständig von Statten; wurde während der Expirationsstellung atmosphärische Luft in die Wanne gelassen, so konnte noch ein beträchtliches Quantum Lungenluft exspirirt werden, was freilich nur nach subjektiver Empfindung beurtheilt wurde. Mit angestrenzter Thätigkeit der Expirationsmuskeln war wohl eine Expiration zu vervollständigen, doch machte sich immer eine gewisse Sehnsucht nach einer freien Expiration bei längerer Aufenthaltsdauer im luftverdünnten Wannenraum geltend. Wurde atmosphärische Luft auf der Höhe der Inspiration in die Wanne gelassen, so ging die nachfolgende Expiration energisch von Statten. Der Einfluss auf die Circulation zeigte sich durch Kleinerwerden des Pulses im Beginn der Sitzung. Unangenehm wirkte nur die atmosphärische Luft, wenn zwischen dem Halse und dem Rande des Halsausschnittes des Wannendeckels ein zu grosser Zwischenraum bestand. Dieser konnte aber und kann im einzelnen Falle entsprechend angepasst werden. Die subjektiven Empfindungen waren durchaus nicht lästig. Schädliche Wirkungen konnte Hauke weder

von Seiten des Kopfes noch von Seiten des Darmes und der Lungen beobachten. Die Aspirationskraft der Letzteren wird erhöht. Indicirt sind nach Hauke die Wirkungen der pneumatischen Wanne

1) Beim Kroup. Durch Schonung der Inspirationsmuskeln wird der Atheminsufficienz entgegengearbeitet; durch die thoracische Aspiration und durch die Verminderung der Ausathmungskraft soll die Stauungshyperämie im grossen Kreislauf, die ihr Entstehen hauptsächlich der zu energischen Expiration bei verengter Glottis verdankt, beseitigt werden; durch Ermöglichung einer kräftigeren Expiration, wenn in die Wanne während der Verdünnung atmosphärische Luft eingelassen wird, soll der Kohlensäureintoxikation vorgebeugt und der Husten wirksamer gemacht werden können.

Drei Fälle von kroupkranken Kindern theilt Hauke mit. Das eine Kind wurde gerettet, die beiden anderen starben. Aus den Krankengeschichten ist ersichtlich, dass die Athemnoth in der Wanne plötzlich gehoben wurde, die Respirationsfrequenz bedeutend sank, durch zeitweiliges Zulassen von atmosphärischer Luft in die Wanne kräftige Hustenstösse bewirkt werden konnten. In einem Falle traten ructus auf, die von Luft, welche durch den Schlund in den Magen bei verengter Glottis gedrungen war, herrührten. Der mit Genesung verlaufene Kroup war ein absteigender Kroup von schon neuntägiger Dauer, jedoch ohne bereits vorhandene Suffukationserscheinungen. Die Krouperkrankungen der beiden tödtlich verlaufenen Fälle beruhten auf Allgemeinleiden (Scharlach, Masern).

Die Sitzungsdauer betrug $\frac{1}{2}$ Stunde (in einem Falle 4 Stunden) mit ein-, zwei-, drei- und vierstündlicher Wiederholung.

2) Bei Asphyxie, um die künstliche Respiration ein-

zuleiten. Die Wanne wirkt allein der natürlichen Inspiration analog. Während bei jeder anderen Art der künstlichen Respiration, mag sie nun durch Zusammendrücken des Thorax oder durch Insufflation geschehen, immer der intrathoracische Druck zuerst erhöht wird, ist die erste Wirkung der pneumatischen Wanne eine Verminderung dieses Druckes, der allein das Zuströmen von neuem Blute zum Herzen bewirken kann.

3) Bei Kapillarbronchitis, katarrhalischer Pneumonie, bei Atalektase und chronischer Verdichtung der Lungen, um tiefe Inspirationen zu erzielen; und in diesem Sinne als prophylaktisches Mittel auch beim Keuchhusten.

4) Bei Thoraxrhachitis mit starker Einziehung bei jeder Inspiration in der Absicht, die Athmung zu vervollständigen und die thoracische Aspiration zu erhöhen, um dadurch das Wachsthum der Rippen in die normale Bahn zu lenken und die Folgen der Blutstauung: seröse Durchfeuchtung der Gewebe, Anlage zu Hydrocephalus, zu beseitigen.

5) Bei Hyperämie im grossen Kreislauf und zwar behufs Resorption von Lymphgeschwülsten und Exsudaten, da durch die Wirkung der pneumatischen Wanne nicht bloss der Rückfluss des Blutes, sondern auch der der Lymphe befördert wird.

In einem Falle von chronischer Lungeninfiltration verwertete Hauke die pneumatische Wanne als diagnostisches Mittel. Es war ausgesprochene Dämpfung der linken Lungenspitze ohne kavernöse Geräusche, die in die Herzdämpfung überging. Nach der ersten Sitzung war die Dämpfung oberhalb des Herzen aufgehellt, die Perkussion ergab den Schall des zersprungenen Topfes und bei der Sektion zeigte sich daselbst eine grosse Kaverne, die sich offenbar erst bei der pneumatischen Sitzung stärker mit Luft gefüllt hatte.

Ein Vortrag Hauke's*) über seine pneumatische Wanne in der Sitzung der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien gab zu mehrfacher Diskussion daselbst Anlass, an der sich die Doktoren Flamm, v. Basch, Mader, Schrötter, Fleischmann, Weinlechner, Oser betheiligten. Man glaubte, dass beim Aufenthalt im luftverdünnten Raume der Wanne doch wohl auch schädliche Wirkungen durch entstehende Gehirnanämie eintreten können und dass Luft in den Magen anstatt in die Lungen getrieben werde, wofür einerseits in den Kollapserscheinungen und andererseits in den ructus der beiden tödtlich verlaufenen Fälle Beweise vorhanden seien.

Die Wirkung und Anwendung der pneumatischen Wanne ist noch lange nicht so ausgemacht, dass darüber ein Urtheil zu fällen zulässig wäre. Dr. Hauke wird weitere Forschungen anstellen und dieselben bald veröffentlichen. Die pneumatische Wanne wird, selbst wenn sie sich bewährt, immer aber ein Apparat bleiben, zu dessen Anwendung nur in grösseren Anstalten Gelegenheit gegeben werden kann.

Der Valsalva'sche Versuch, ausgeführt durch Ausathmungsanstrengungen bei geschlossenem Mund und geschlossener Nase, und der Weber'sche Versuch, ausgeführt durch Ausathmungsanstrengungen bei geschlossenem Mund, geschlossener Nase mit direktem Druck auf Brust- und Bauchwand, erzeugen eine Luftkompression in den Lungen, welche in ihrer Wirkung den der Ausathmungen in komprimirte Luft gleichkommt (Riegel und Frank, Waldenburg). Ist dem Experiment eine tiefe Einathmung vorausgegangen, dann wird

*) Hauke theilt noch (Oesterr. med. Jahrb. 1877. I) mit, dass M. Woillez in der Sitzung der Académie de Medicine vom 20. Juni d. J. (Gaz. des hôp. 72) über einen von ihm erfundenen Apparat zur Wiederbelebung Asphyktischer berichtet, den er „Spirophore“ nennt, der aber sowohl in Bezug auf Konstruktion als Anwendungs- und Wirkungsweise nichts anderes sei als seine pneumatische Wanne.

die Wirkung erhöht, und umgekehrt erniedrigt, wenn eine flache Einathmung vorausging. Simonoff glaubt, dass durch dieses Experiment der Druck bis auf $+ \frac{1}{40}$ Atmosphäre gesteigert werden könne.

Therapeutisch können diese Versuche bei Mangel eines pneumatischen Apparates verwerthet werden und Waldenburg empfiehlt die methodische Vornahme derselben bei Krankheiten, wo die komprimirte Luft der cirkulatorischen Wirkung wegen angewendet wird: bei Stenose und Insufficienz der Mitralklappen. Auch bei Empyem mit Thoraxfistel hat Waldenburg den Valsalva'schen Versuch üben lassen aus gleichen Gründen, aus welchen man hier starke Hustenstösse anordnet, um den Eiter zu entleeren.

Der Müller'sche Versuch, ausgeführt durch Einathmungsanstrengungen bei geschlossenem Mund und geschlossener Nase, wirkt luftverdünnend auf die Lungenluft und ähnelt in seiner Wirkung nach den sphygmographischen Untersuchungen von Riegel und Frank und Waldenburg der Inspiration verdünnter Luft. Der negative Druck ist ein ziemlich starker dabei und wird noch erhöht dadurch, dass man vorher tief ausgeathmet hat. Wo man auf die Cirkulation stärker einwirken will und wo also nur der negative Druck auf's Herz gebraucht wird, ist dieses Experiment in Ermangelung eines pneumatischen Apparates indicirt, bei Erkrankungen der rechten Herzhälfte. Der Müller'sche Versuch bietet eben nur negativ erhöhten Druck für die Cirkulation, auf die Respiration kann er nicht in der therapeutisch erwünschten Weise wirken, weil die Abfuhr der Luft nach Aussen nicht möglich ist. Es kommen also nur Druckwirkungen zur Geltung.

Tiefe, lang ausgedehnte Inspirationen, methodisch geübt, erhöhen selbstverständlich alle Inspirationswir-

kungen, wie sie physiologisch bekannt sind. Da die dem Inspirationszug peripher gelegenen lufthaltigen Lungentheile auf die in ihnen enthaltene Luft expandirend wirken, diese Expansion auf Grund der Anordnung und des Baues der Lungen aber nach dem Centrum zu abnimmt, so muss bei einer tiefen Einathmung diese Luftverdünnung entsprechend der Tiefe umfangreicher und stärker werden; sie muss noch stärker werden bei einer langsam ausgeführten tiefen Inspiration, weniger stark bei einer schnell und tief ausgeführten Inspiration. Eine tiefe Inspiration bewirkt selbstverständlich auch Alles, was eine Inspiration bewirkt, nur in stärkerem Maassstabe: Aspiration des Blutes, Ausdehnung der Lunge, erhöhten Gaswechsel, grössere Lungenventilation, Kräftigung der Thoraxmuskulatur etc., kurz, was verdünnte Luft bewirkt.

Tiefe ausgedehnte Inspirationen, methodisch 10—30 Minuten lang täglich ausgeführt, sind schon lange bei den phthisischen Krankheiten allein oder in Verbindung mit Erhebung der Arme und anderen die Inspiration unterstützenden Manipulationen empfohlen worden, ja selbst gegen Hämoptysen. Neuerdings ist wieder Dührssen (Deutsche Klinik 16. 1874) dafür eingetreten.

Indicirt sind tiefe lang ausgedehnte Inspirationen bei: phthisischem Habitus, nach Waldenburg bei Erkrankungen der rechten Herzhälfte.

Dadurch, dass man mit offenem oder geschlossenem Munde, durch beide oder durch ein Nasenloch nur einathmen lässt, kann die Wirkung modificirt und einigermaassen in ihrem Grade kontrollirt werden; denn je kleiner die Einathmungsöffnung ist, desto höher wird die Luftverdünnung innerhalb des Thorax.

Die Gerhardt'sche Expressionsmethode (Berl. klin. Wochenschrift X. 3. 1873) besteht in der Beförderung

der Expiration dadurch, dass man mit den Händen auf Brust- und Bauchwand während des Expirationsaktes einen mehr oder weniger starken Druck ausübt. Die Ausathmung und Entleerung der Residualluft soll damit möglichst ergiebig hergestellt und etwa die Bronchien verstopfender Schleim durch den Luftstrom fortbewegt werden.

Gerhardt wendete diese Methode, welche, wie er selbst bemerkt, schon älter ist, bei bronchitischem Emphysem und auch bei Bronchiektasien an und belegt die günstige Wirkung bei Emphysem mit Bronchitis mit zwei Krankengeschichten, aus welchen hervorgeht, dass durch diese Manipulation nach mehrmaliger Wiederholung (6—20—30 Male und zwar täglich 2—3 Mal) das Zwerchfell höher rückte, die Lungen sich verkleinerten, die vitale Lungenkapazität sehr zunahm, die Expektoration befördert wurde, Husten und Auswurf zuletzt gänzlich nachliessen. Besonders günstig soll die Methode in den Fällen wirken, in welchen durch zähflüssiges Sekret eine Absperrung eines Theiles der Luftwege besteht und wo diese Absperrung durch eine unkräftige Muskulatur nicht überwunden werden kann.

Während der Ausführung des Druckes traten jedoch auch unangenehme Erscheinungen ein: Lungenblutungen, Muskelzuckungen, Schwindel. Die Lungenblutungen erklärt Gerhardt daraus, dass der gesammte Thoraxinhalt rasch unter stärkeren Druck versetzt wird, also aus dem mechanischen Druck, welcher den Blutdruck so steigern kann, dass besonders brüchige Gefässwände bersten. Die Muskelzuckungen und den Schwindel leitet Gerhardt davon ab, dass von den abgesperrten Lufträumen der Lunge aus mehr Kohlensäure unter dem geübten Druck in's Blut aufgenommen oder wenigstens an jenen Stellen keine abgegeben wird, dass also eine momentane Steigerung der Kohlensäureanhäufung stattfindet. Der Eintritt dieser

Uebelstände erfordert nach Gerhardt nur eine Pause von einigen Tagen, bis sie, namentlich die Hämoptysen, wieder geschwunden sind. — Als Ersatz für diese Expressionsmethode empfiehlt Fr. Geyer bei Emphysem das fortgesetzte Tragen eines Elastischen Hemdes (Ueber substantives Lungenemphysem. Inauguraldissertation. Jena 1874. 8. 20 S.), von demselben Stoff wie die Krampfaderstrümpfe. Das Hemd muss bis über den Leib herabreichen und soll durch seine Elasticität die Expiration resp. das Auspressen der Residualluft befördern. Für die Inspiration, welche beim Emphysem im Allgemeinen genügend kräftig ist, soll kein Hinderniss entstehen. Bestätigungen der Wirkung durch Beobachtungen an Kranken fehlen darüber.

Anhang.

... nur eine Pause von einigen
 ... wieder geschwunden
 ... Methode empfiehlt
 ... Tragen eines
 ... (Ueber entzündete Lungen-
 ... 1874. 8. 20. 8.), von
 ... Das Hand muss
 ... durch seine Elastizität
 ... der Residualluft be-
 ... Emphysem im Al-
 ... kein Hinderniss entstehen
 ... Beobachtungen an Kranken

Anhang.

Pneumatometer.

(Lungenmanometer, Lungenluftmesser.)

Das Manometer wurde schon von Valentin, Hutchinson, Donders für physiologische Zwecke bei Bestimmung der Inspirations- und Expirationskraft verwendet. Waldenburg verwendete es in der praktischen Medicin diagnostisch zuerst und nannte das Instrument „Pneumatometer“. Waldenburg ist es auch, welcher die ganze Wissenschaft der Pneumatometrie ausgebildet hat. Leider ist dieselbe noch nicht zu der gewünschten Anerkennung gekommen und findet immerfort Gegner. Einen Werth in diagnostischer Hinsicht wie auch für die Kontrolle der Besserung bei Lungenkrankheiten kann dem Pneumatometer indess Niemand absprechen. Dankbar müssen wir Aerzte Jedem sein, der uns ein rationelles Mittel für Unterstützung und Stellung unserer Diagnose bietet.

Das P n e u m a t o m e t e r (Fig. 32) nach Waldenburg besteht aus einer an einem Holzständer verschiebbar befestigten, zweischenkelig gebogenen, an beiden Enden offenen Glasröhre, von der jeder vertikale Schenkel etwa 270 Millimet. hoch ist, der eine (a) oben birnenförmig erweitert und mit Gaze oder Tüll, zur Abhaltung von Verunreinigungen, überzogen ist, der andere (b) oben sich horizontal umbiegt und in einen langen Gummischlauch eingefügt ist, welcher zu einem Mund- resp.

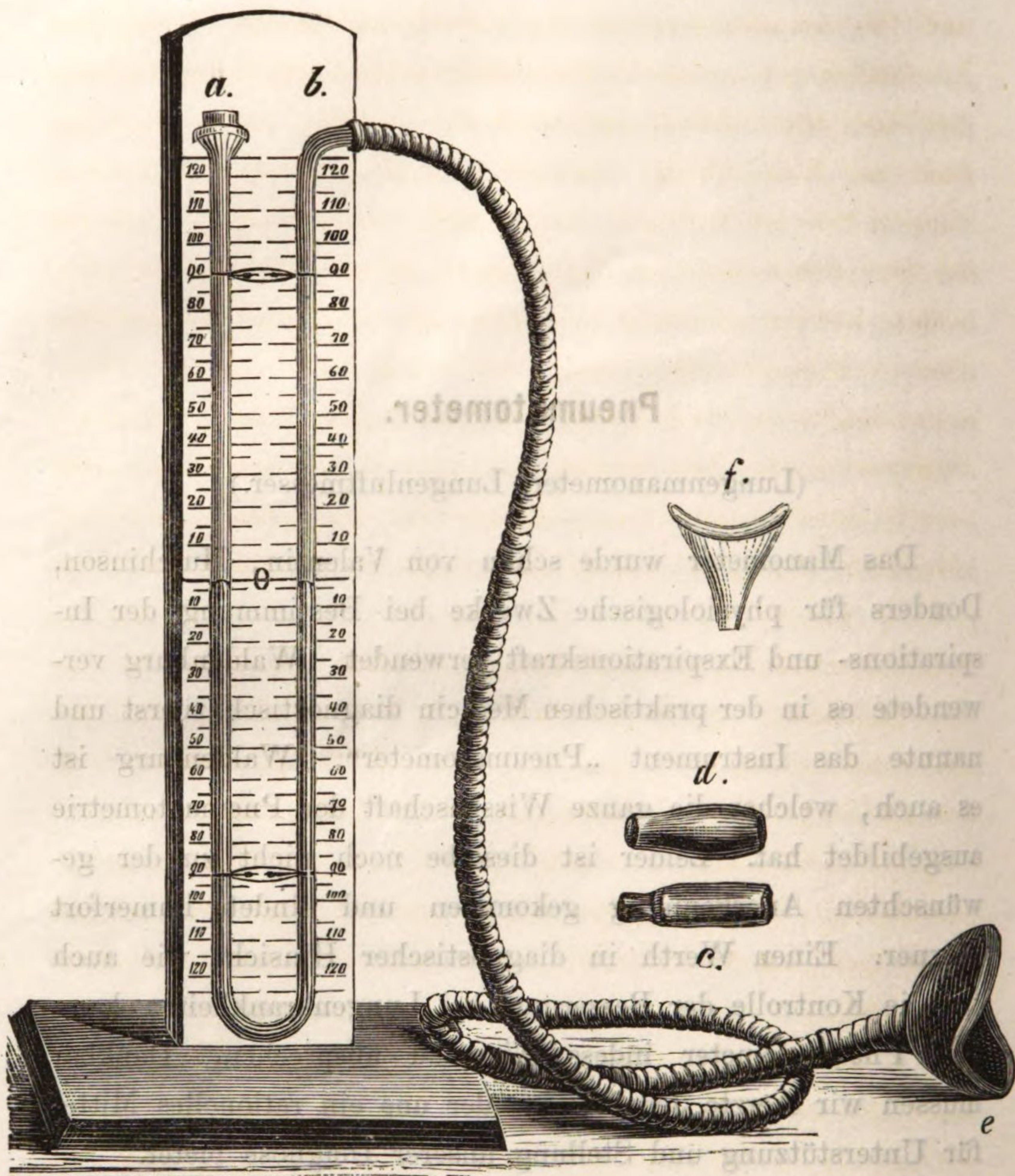


Fig. 32. Waldenburg's Pneumatometer*).

Nasenstück aus Horn oder zu einer Gesichtsmaske führt. Das Mundstück (c) ist platt, ca. 15 Millimet. breit, selbstverständlich in seiner Länge durchbohrt, genau so wie es zu den Dampf-

*) Angefertigt von Paetz und Flohr, Berlin, unter den Linden. — Bei Windler, Berlin, Dorotheenstrasse 3. (9 Mark) — Messter, Friedrichsstrasse 99, Berlin (6 Mark 75 Pfennige) und bei allen grösseren Instrumentenmachern zu haben.

und Gas-Inhalationsapparaten seit lange benutzt wird; das Nasenstück (d) ist oval und schmal genug, um in ein Nasenloch eingefügt werden zu können; es ist dasselbe, welches auch zur Nasendouche verwendet wird. Die gebogene Glasröhre hat 8—9 Millimet. im Durchmesser. An beiden Seiten des Ständers, welcher das Manometer trägt, befindet sich, beiden Röhrenschenkeln des Manometers entsprechend, eine genaue Millimetereintheilung, in deren Mitte ist der Nullpunkt und jenseits und diesseits desselben ist das Maass (nach oben und unten) bezeichnet. Die Röhre wird mit Quecksilber so weit gefüllt oder so eingestellt, dass das Niveau der Quecksilbersäule genau dem Mittelpunkt entspricht. Damit die Einstellung zu jeder Zeit mit Leichtigkeit erfolgen kann, ist die Röhre am Ständer nicht vollkommen befestigt, sondern an ihm verschiebbar.

Zweck und Anwendung. Das Pneumatometer wird benutzt, um die Grösse des In- und Expirationsdruckes zu messen. Die Kenntniss dieses Druckes hat, wie schon erwähnt, besonders diagnostischen Werth; wir erhalten aber auch durch den Druck Aufschluss über den günstigen oder ungünstigen Verlauf der betreffenden Lungenkrankheit, resp. können diesen kontrolliren. Diagnostischen Werth hat die Kenntniss der betreffenden Druckhöhen deshalb, weil, wie wir später sehen werden, die meisten Lungenkrankheiten mit Verminderung des einen oder des anderen Druckes einhergehen. Der Werth für den Verlauf ergibt sich aus der Zu- oder Abnahme des betreffenden Druckes. Nicht nur das Vorhandensein der Insufficienz des In- oder Expirationsdruckes können wir mit dem Pneumatometer feststellen, sondern auch den Grad dieser Insufficienz.

Man athmet entweder nach dem Pneumatometer aus oder von ihm ein. Die Quecksilbersäule giebt bei der Ausathmung

eine Hebung des Quecksilbers im Schenkel a und bei der Einathmung in demselben Schenkel eine Senkung; im Schenkel b entspricht einer Hebung im Schenkel a stets eine Senkung, und einer Senkung stets eine Hebung. Gewöhnlich liest man nur am Schenkel a ab. Der Druck, welcher bei der Inspiration erzeugt wird, wird negativer Inspirationsdruck oder Inspirationszug genannt; der Druck, welcher bei der Expiration erzeugt wird, wird Expirationsdruck oder positiver Druck genannt. Die richtige Zahl für beide Drucke ergibt sich erst, wenn man die Grade, um welche sich das Quecksilber hebt oder senkt, mit zwei multiplicirt, weil sich der Druck nach der Differenz der Quecksilberhöhe in beiden Röhren bemisst.

Gebrauch. Die Athmung mit dem Pneumatometer geschieht entweder durch die Nase oder durch den Mund oder durch Mund und Nase. Bei der Athmung durch die Nase wird das Nasenstück (d) an den Gummischlauch anstatt der Maske (e) gesteckt und in ein Nasenloch geschoben, während das andere Nasenloch zugehalten und der Mund geschlossen wird; dann wird ein- resp. ausgeathmet. Die Athmung durch die Nase hat keinen besonderen Vortheil und wir übergehen sie.

Die Athmung durch den Mund geschieht entweder mittelst des Mundstückes (c) oder der Mundnasenmaske (e) oder der Mundmaske (f). Die volle Kraft der Athmung wird nur erreicht, wenn der Expiration eine tiefe Inspiration vorausgegangen ist; deshalb ist vor jeder Expiration tief zu inspiriren. Einer Inspiration braucht eine tiefe Expiration nicht vorauszu gehen.

Benutzt man das Mundstück bei der Athmung, so muss dasselbe 1—2 Centimet. tief in den Mund gelegt werden und auf den Zungenrücken zu liegen kommen; die Lippen werden dann

fest darum geschlossen. — Benutzt man die Masken, so werden sie während des Respirationsaktes fest um den Mund oder über Nase und Mund gedrückt. —

Mag man mit Mundstück oder Masken athmen, unter allen Umständen ist beim Einathmen ein Saugen und beim Ausathmen ein Blasen zu vermeiden. Beides geschieht oft ganz unwillkürlich und giebt hohe, aber gänzlich falsche Werthe. Nur die Athmungskraft hat zu wirken, eine geringe Saug- resp. Blasewirkung ist jedoch gänzlich nicht zu vermeiden. Zu der Saug- oder Blasekraft verführt am meisten das Mundstück, leicht ist dieser Fehler aber zu vermeiden, wenn über ihn der Kranke oder Gesunde unterrichtet ist. Am fehlerlosesten wird durch die Masken geathmet, da hinter denselben mit offenem Munde geathmet werden soll, wobei Saugen oder Blasen nicht gut möglich ist. Der Gebrauch des Pneumatometer muss jedoch allmählich wie der eines jeden Instrumentes erlernt werden, die ersten Versuche bei Aerzten und Kranken scheitern immer. Wer in der Lernzeit das Instrument verwirft, wird es verkennen; wer jedoch mit Ausdauer es benutzt und an ihm übt, wird zuletzt seine anfängliche Schwerfälligkeit belachen und den Werth des Instrumentes erkennen.

Ob man die Mund- oder Mundnasenmaske nimmt, ist ganz gleich. Biedert liebt die Mundmaske (f).

Die Prüfung der einzelnen Respirationsakte darf nicht ununterbrochen hintereinander geschehen; denn dadurch tritt leicht eine störende Ermüdung ein, da der Gebrauch des Instrumentes etwas anstrengt. Pausen zwischen den einzelnen Prüfungen sind nöthig. Ausserdem darf man sich nicht bei ein und derselben Person mit einer einmaligen Prüfung der In- oder Expiration begnügen, sondern muss dieselbe

einige Male vornehmen. Von allen Druckergebnissen ist dann nur das Maximum zu notiren. —

Man kann nun auf zweierlei Art am Instrument athmen; entweder forcirt oder langsam und tief ein- resp. ausathmen. Bei der forcirten Athmung kann die Höhe der Quecksilbersäule nicht erhalten werden, sie sinkt sofort wieder zurück; bei der langsamen tiefen Athmung wird die Quecksilbersäule 1—2 Sekunden auf der Höhe erhalten. Die forcirte tiefe Athmung ist leichter ausführbar und giebt etwas höhere Zahlen; die langsame tiefe Athmung ist schwerer den Kranken beizubringen und giebt etwas niedrigere Zahlen. Der Meister der „Pneumatometrie“, Waldenburg, zieht mit Recht die „forcirte Athmung“ jetzt vor. Wenn der betreffende Kranke oder zu Untersuchende gehörig gut instruiert ist, so hat der Arzt nur die Quecksilbersäule zu beobachten.

Waldenburg benutzte früher die langsame Athmung. Biedert plaidirt neuerdings besonders wieder für dieselbe.

Inspirations- und Expirationsdruck bei forcirter Athmung. — Der Expirationsdruck ist immer grösser wie der Inspirationsdruck, eine normale Differenz ist noch nicht ermittelt. Hutchinson berechnete die Differenz und fand, dass der Expirationsdruck um $\frac{1}{3}$ grösser als der Inspirationsdruck ist. Waldenburg stimmt dieser Differenz im Allgemeinen und für die meisten Fälle bei. Die pneumometrischen Werthe stellte Waldenburg zuerst fest:

1) An Gesunden. Bei erwachsenen gesunden, nicht besonders kräftigen Männern beträgt im Mittel der negative Maximaldruck oder der maximale Inspirationszug 80—100 Millimet., der positive Maximaldruck oder maximale Expirationsdruck 100—130 Millimet.; bei kräftigen muskulösen Männern der Inspirationszug 120—160 Millimet., der Expirationsdruck 150—220 Millimeter. — Schwächliche Personen geben

geringere Werthe. Im Allgemeinen kann man bei Männern als Minimum des Maximaldruckes bei der Inspiration 70 Millimet., bei der Expiration 80 Millimet. annehmen. — Frauen zeigen im Durchschnitt bei der forcirten Inspiration 60—70 Millimet., bei der forcirten Expiration 70—110 Millimet.; als Minimum: 50 Millimeter bei der Inspiration, 60 Millimet. bei der Expiration.

Kinder von 10 Jahren und darüber haben gewöhnlich Werthe, die dem Minimum der Erwachsenen ganz oder beinahe gleich kommen; mitunter werden die Mittelzahlen Erwachsener erreicht. Greise zeigen in einem Alter von 60 Jahren schon nahezu das Minimum und noch weniger. — Bei langsam ansteigender In- oder absteigender Expiration, wobei die Personen im Stande sind, eine oder zwei Sekunden das Quecksilber auf der Höhe zu halten, finden sich als mittlere Werthe bei gesunden, erwachsenen Männern für die Inspiration 60—90 Millimeter, für die Expiration 70—100 Millimet.; bei Frauen 25—60 Millimet. für die Inspiration, 30—80 Millimet. für die Expiration.

Eichhorst fand bei seinen Versuchen mit ruhiger Athmung kleinere Zahlen; bei der Inspiration als Mittelwerth 44 Millimeter, bei der Expiration 60 Millimet. bei Männern; 26 Millimeter für die Inspiration und 36 Millimet. für die Expirationen bei Frauen. — Lassar fand bei forcirter Athmung bei der Inspiration 50 Millimet., bei der Expiration 60 Millimeter. Diese Zahlen sind aber deshalb zu beanstanden, weil Lassar nicht aus den Maximalzahlen mehrerer Versuche seine Mittel berechnete, sondern aus den überhaupt gefundenen Zahlen bei einer und derselben Person. — Biedert fand im Ganzen wieder etwas höhere Zahlen bei langsamer Athmung bei Gebrauch

der Mund- resp. Mundnasenmaske. — Störk konnte ein konstantes Verhalten der Druckwerthe gar nicht beobachten.

2) An Kranken. Auf die einzelnen Krankheiten mit ihrem Verhalten am Pneumatometer können wir hier nicht speciell eingehen, wir können nur summarische Angaben machen. Insofern als sich der Inspirationsdruck oder der Expirationsdruck unter dem normalen Minimum zeigt, hat das Pneumatometer einen diagnostischen Werth; insofern der Inspirations- oder Expirationsdruck im Verlauf einer Krankheit fällt, steigt oder gleichbleibt, bietet das Pneumatometer eine sichere Kontrolle für Besserung, Gleichbleiben oder Verschlimmerung einer Krankheit und ist prognostisch wichtig.

Ein Sinken des Inspirationsdruckes unter das Minimum zeigt eine Insufficienz des Inspirationsaktes an, das Sinken des Expirationsdruckes unter das Minimum zeigt eine Insufficienz des Expirationsaktes an. Auch Inspiration und Expiration können zugleich insufficient sein. Auf diese Weise sind wir im Stande, eine Dyspnöe als eine inspiratorische oder expiratorische zu bezeichnen; wir können sagen, die Dyspnöe etc. hängt mit einem Emphysem oder mit Kompression der Luftwege bei der Inspiration oder mit die Inspiration störenden Veränderungen zusammen. Denn das Emphysem ist immer eine Expirationsinsufficienz. Selbst die Anfänge eines Emphysemes, wo es nur subjektive Beschwerden macht, aber noch keine physikalisch nachweisbaren Veränderungen zeigt, kann man mit dem Pneumatometer schon erkennen. — Bei den phthisischen Erkrankungen ist immer der Inspirationszug mehr oder weniger geringer, also die Inspiration insufficient. Der Expirationsdruck ist normal oder zugleich auch herabgesetzt. — Bei Pleuritis und Pneumonie haben die pneumatometrischen Werthe weniger

Wichtigkeit für die Diagnose. Bei ihnen ist der Inspirationsdruck, meist aber auch der Expirationsdruck herabgesetzt. — Bei Bronchitis zeigt das Pneumatometer immer eine Expirationsinsuffizienz an. — Auch Herzkrankheiten, Affektionen des Abdomen, je nachdem sie Inspiration oder Expiration beeinflussen, Muskelatrophien und Lähmungen weisen wesentliche Aenderungen am Pneumatometerdruck nach.

Literatur zu eingehenderen Studien: Waldenburg, Die Manometrie der Lungen oder Pneumatometrie. Berl. klin. Wochenschrift. 1871. VIII. Nr. 45. p. 541. — Waldenburg, Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Cirkulationskrankheiten im Anschluss an die Pneumatometrie etc. Berlin 1875. Seite 1—80. — Eschhorst, Ueber die Pneumatometrie und ihre Anwendung für die Diagnostik der Lungenkrankheiten. Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XI. S. 268. 1873. — Lassar, Zur Manometrie der Lungen. Inauguralabhandlung. Würzburg 1872. — Biedert, Beiträge zur pneumatischen Methode. Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XVII. 1876. S. 165—174. — Biedert, Zur Technik der Pneumatometrie. Deutsches Archiv für klin. Med. Bd. XVII. — Siehe ausserdem die verschiedenen Schriften über transportable pneumatische Apparate Seite 99.

Der Doppelstethograph

von Dr. Franz Riegel (Die Athembewegungen. Eine physiologisch-pathologische Studie. Würzburg 1873. 181 Seiten, 12 Tafeln) dient dazu, die einzelnen Athmungsphasen graphisch (wie den Puls mit dem Sphygmographen) darzustellen. Nicht nur von einer Stelle lassen sich Kurven zeichnen, sondern von den verschiedensten Stellen. Man kann also mit dem Instrument nicht nur die Inspiration wie die Expiration, sondern auch die verschiedenen Theile des Thorax resp. der Lunge auf ihr Verhalten bei Inspirationen und Expirationen untersuchen. Riegel stellte sowohl die Inspirations- wie Expirationskurven für Gesunde als auch die Kurven bei den meisten Lungenkrank-

heiten fest. Es geht daraus hervor, dass der Stethograph in jeder Beziehung für Diagnose und Prognose etc. das leistet, was das Pneumatometer leistet; es ist ferner der Gebrauch desselben nicht von der Geschicklichkeit des Kranken abhängig und Fehler in der Beobachtung können nicht vorkommen; — aber der Stethograph ist bei Weitem weniger bequem und in der Praxis umständlich anzuwenden. Ein wissenschaftliches Untersuchungsmittel wird er immer bleiben.

Die stethographischen Resultate lassen sich in wenigen Sätzen zusammengefasst nicht wiedergeben und wir müssen uns deshalb auf diese kurze Erwähnung desselben beschränken.

Das Instrument besteht im Allgemeinen aus einem Uhrwerk, welches einen Papierstreifen in horizontaler Richtung vorwärts bewegt; aus zwei Federn, die zu beiden Seiten des Papierstreifens an einem Hebelwerk angebracht sind; und aus zwei Hebeln, welche durch den Thorax resp. dessen Bewegungen selbst in Bewegung gesetzt werden. Diese Hebel theilen ihre Bewegungen den beiden Schreibfedern mit und diese zeichnen die betreffende Kurve auf das sich vorwärtsbewegende Papier.

Spirometer oder Pneumometer.

Mit dem Spirometer, der von Hutchinson vervollkommenet wurde, wird die vitale Lungenkapazität gemessen, d. h. die Menge von Luft, welche ein gesunder oder kranker Mensch nach möglichst tiefer Inspiration wieder ausathmen kann. Man kann aber auch mit dem Spirometer die Ausathmungsluft messen, indem man nicht in den Spirometer ausathmet, sondern nachdem er gefüllt ist, aus ihm einathmet. Die Spirometrie wurde von Hutchinson, Kentish, Phöbus, Herbst, Haeser,

Simon, Albers, Fabius, Arnold, Wintrich u. A. wesentlich ausgebildet. Auch sie hat sich nur einen beschränkten Eingang in die praktische Medicin verschafft; es ist aber ganz zweifellos das Spirometer ein Instrument, mit welchem man zwar nicht, wie mit dem Pneumatometer, eine Diagnose stellen kann, wohl aber den Grad einer Erkrankung der Lunge, den Verlauf derselben und die Prognose und die Wirkung oder Wirkungslosigkeit einer Behandlungsweise beurtheilen kann. Der Vorwurf, welchen man ihm macht und gemacht hat, dass er keine konstanten Grössen für den einzelnen Fall zur Beurtheilung der vitalen Lungenkapazität biete, hat wie beim Pneumatometer nur für die Fälle Geltung, welche ohne Ausdauer untersucht wurden. Obwohl das Spirometer viel leichter zu gebrauchen ist, als das Pneumatometer, so muss sowohl Arzt wie Kranker auch die Anwendung desselben erst erlernen. Es kommt bald ein Zeitpunkt, wo man mit dem Spirometer gleichbleibende Grössen erhält.

Die Konstruktion des Spirometers ist bekannt. Es besteht aus zwei ineinander stehenden Cylindern, von denen der äussere weitere oben offen und unten geschlossen, der innere engere oben geschlossen und unten offen ist. In den äusseren Cylinder wird Wasser bis an den Rand gefüllt und der innere Cylinder hineingestülpt. Am inneren Cylinder ist eine Kubikcentimeterskala und der Cylinder ist entweder äquilibrirt oder nicht äquilibrirt. Im ersteren Falle geht dann über eine an dem äusseren Cylinder an einem Eisenstängelchen angebrachte Rolle eine Schnur nach dem Deckel des inneren Cylinders. An dieser Schnur ist ein Gewicht angebracht, welches dem Gewicht des Cylinders gleich ist. Die Athmung in das Spirometer geschieht durch einen Gummischlauch mit Mundstück. Dieser Gummischlauch steht in Verbindung mit dem inneren Cylinder. Beim nichtäquilibrirten Spirometer ist am Deckel

des inneren Cylinders eine metallene Röhre angebracht, auf welche der Athmungsschlauch geschoben wird. Beim äquilibrirten Spirometer tritt am Boden des äusseren Cylinders eine Blechröhre hindurch nach dem inneren Cylinder und läuft in der Mitte derselben bis hinauf an den Deckel desselben (wenn der innere Cylinder tief steht). Aussen am Boden des äusseren Cylinders wird dann der Gummischlauch angebracht.

Der innere Cylinder ist von dünnem Blech beim nichtäquilibrirten Spirometer, meist von Glas beim äquilibrirten. Doch das ist ganz unwesentlich. Einzelne der transportablen pneumatischen Apparate dienen, wie wir schon mittheilten, auch zugleich als Spirometer (die Apparate von Waldenburg, Schnitzler etc.). Das nicht äquilibrirte Spirometer ist von Ph. Phöbus konstruirt (Fig. 33), das äquilibrirte von Hutchinson (Fig. 34); letzteres ist genau, bei ersterem steht die Ausathmung immer unter dem Drucke des Cylindergewichtes, welch' letzteres doch unbe-

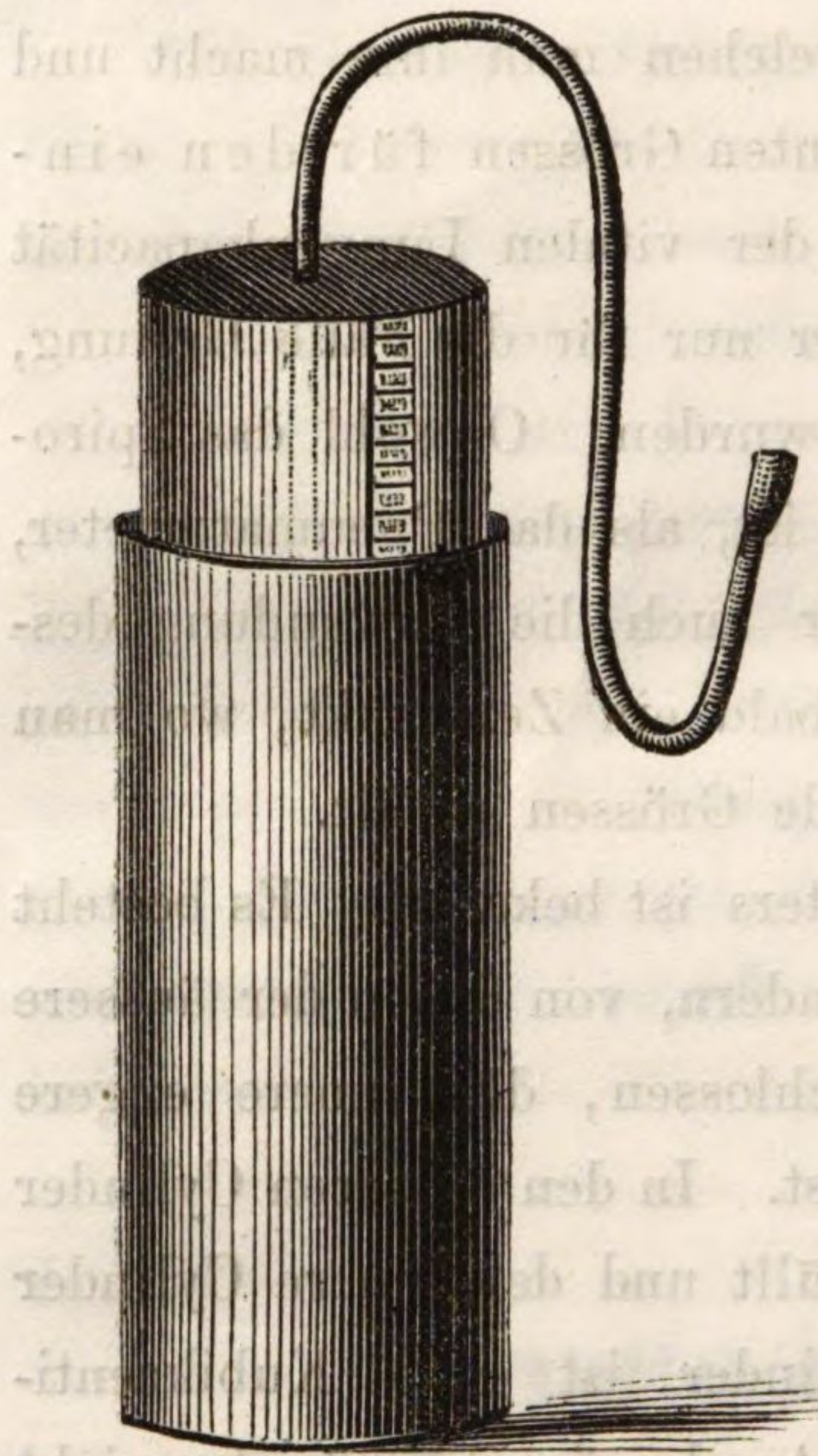


Fig. 33.

deutend ist und nach Waldenburg's Berechnung ca. $+ \frac{1}{350}$ Atmosphäre gleichkommt. Beim Phöbus'schen Spirometer werden deshalb die Zahlen etwas kleiner.

Gebrauch. Das Mundstück wird nach einer tiefen Inspiration schnell in den Mund genommen, tief hinein auf die Zunge gelegt, die Lippen werden darum geschlossen und durch dasselbe wird dann tief ausgeathmet. Der innere Cylinder

wird sich heben und an der Skala kann man die Werthe für die vitale Lungenkapazität in Kubikcentimetern ablesen. Beim äquilibrirten Spirometer bleibt der innere Cylinder in jeder

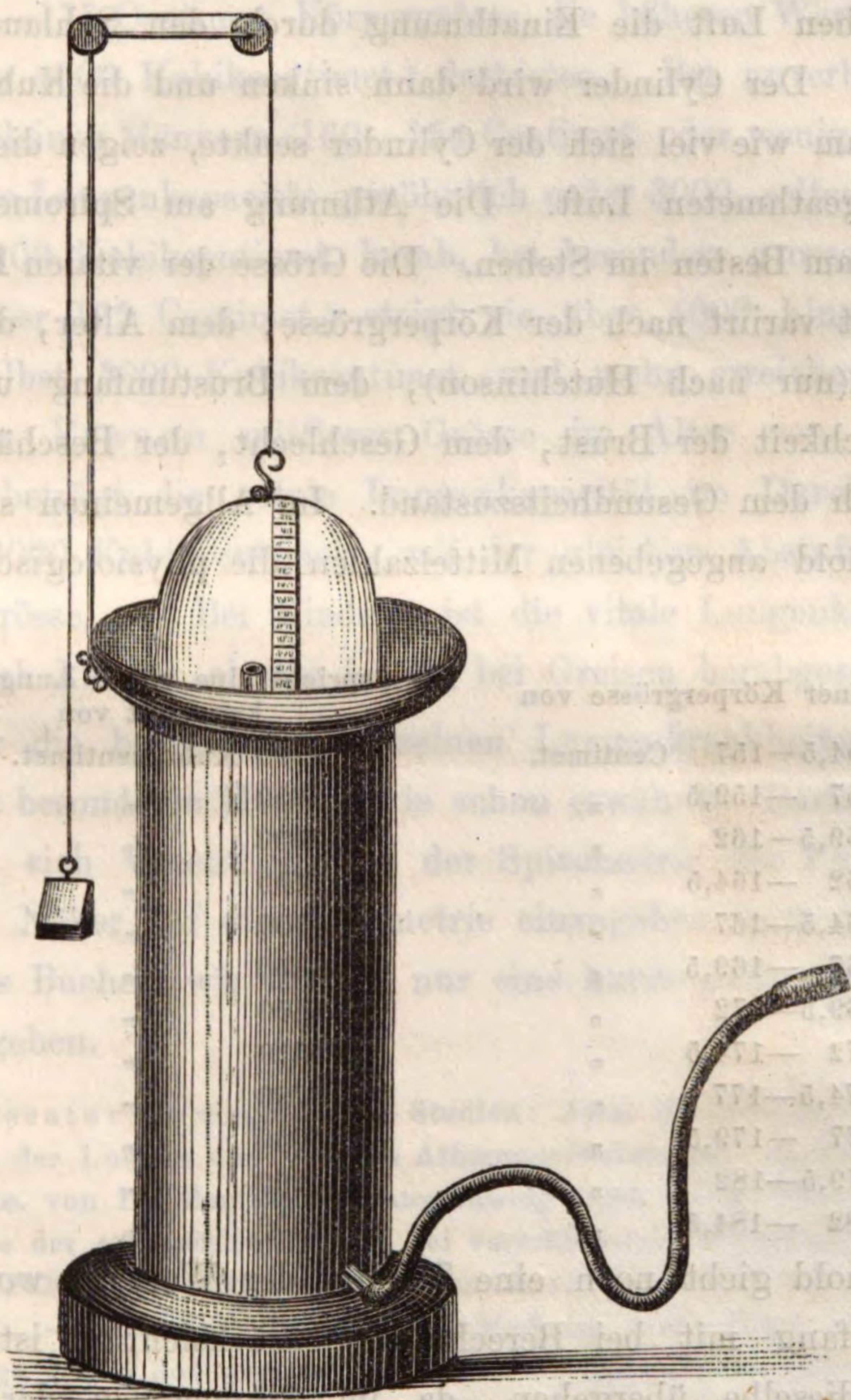


Fig. 34.

Höhe stehen, beim Phöbus'schen muss man, da die Luft unter dem Druck des Cylinders steht, schnell nach erfolgter Ausathmung den Schlauch zusammendrücken, damit keine Luft

durch ihn entweichen kann. — Wie Eingangs erwähnt, kann man auch die Einathmungsluft messen. Man füllt dann den inneren Cylinder durch Zug an demselben mit frischer Luft und lässt dann nach einer tiefen Ausathmung in der atmosphärischen Luft die Einathmung durch den Schlauch vornehmen. Der Cylinder wird dann sinken und die Kubikcentimeter, um wie viel sich der Cylinder senkte, zeigen die Menge der eingeathmeten Luft. Die Athmung am Spirometer geschieht am Besten im Stehen. Die Grösse der vitalen Lungenkapazität variirt nach der Körpergrösse, dem Alter, dem Gewichte (nur nach Hutchinson), dem Brustumfang und der Beweglichkeit der Brust, dem Geschlecht, der Beschäftigung und nach dem Gesundheitszustand. Im Allgemeinen sind die von Arnold angegebenen Mittelzahlen die physiologisch richtigsten.

Einer Körpergrösse von	entspricht eine vitale Lungenkapazität von
154,5—157 Centimet.	2700 Kubikcentimet.
157 —159,5 "	2850 "
159,5—162 "	3000 "
162 —164,5 "	3150 "
164,5—167 "	3300 "
167 —169,5 "	3450 "
169,5—172 "	3600 "
172 —174,5 "	3750 "
174,5—177 "	3900 "
177 —179,5 "	4050 "
179,5—182 "	4200 "
182 —184,5 "	4350 "

Arnold giebt noch eine Tabelle der Werthe, wobei der Brustumfang mit bei Berechnung berücksichtigt ist. Wir wollen dieselbe übergehen, da im Allgemeinen der Brustumfang einen wesentlichen Faktor bei Beurtheilung der Grösse der vitalen Lungenkapazität nicht bildet. — Waldenburg glaubt mit folgenden Maassen auszukommen und auch ich habe die gleiche Praxis geübt: „Männer von 15—20 Jahren von

mittlerer Grösse haben im gesunden Zustand 3000—4000 Kubikcentimet. V. K., der Art, dass die verhältnissmässig kleineren (ca. 160—165 Centimet. Körpergrösse) die niedrigsten Werthe (ca. 3000—3500 Kubikcentimet.), die grösseren (ca. 166—175 Centimet. Körpergrösse) die höheren Werthe (ca. 3500 bis 4000 Kubikcentimet.) darbieten. Bei unverhältnissmässig kleinen Männern (160—154 Centimet. oder weniger) geht die vitale Lungencapazität gewöhnlich unter 3000, selten jedoch unter 2700 Kubikcentimet. herab, bei besonders grossen Männern (über 175 Centimet.) steigt sie über 4000 hinaus und kann selbst 5000 Kubikcentimet. und mehr erreichen. Bei gesunden Frauen mittlerer Grösse im Alter von 15—50 Jahren beträgt die vitale Lungencapazität im Durchschnitt 2000—3000 Kubikcentimet., mit der gleichen Abstufung der Körpergrösse. — Bei Kindern ist die vitale Lungencapazität wesentlich kleiner, ebenso ist sie bei Greisen herabgesetzt.“

Für die bestimmten einzelnen Lungenkrankheiten giebt es keine besonderen Maasse, wie schon erwähnt. Darin unterscheidet sich wesentlich von der Spirometrie die Pneumotometrie. Näher auf die Spirometrie einzugehen liegt nicht im Plan des Buches, wir wollten nur eine kurze ganz allgemeine Skizze geben.

Literatur für eingehendere Studien: John Hutchinson, Von der Capacität der Lungen und von den Athmungsfunktionen. Aus dem Englischen etc. von Dr. Samosch. Braunschweig 1849. — G. Simon, Ueber die Menge der ausgeathmeten Luft bei verschiedenen Menschen. Giessen 1848. — Fabius, de spirometro ejusque usu. Dissertatio etc. Amsterdam 1853. — Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge. Bd. 4. — Schneevogt, Ueber den praktischen Werth des Spirometers. Zeitschr. für rationelle Medicin. N. F. Bd. 5. — Fr. Arnold, Ueber die Athmungsgrösse des Menschen. Heidelberg 1855. — Ausserdem siehe: Lehr- und Handbücher der Physiologie und in den grösseren Handbüchern der Pathologie und Therapie die Kapitel über Respirationskrankheiten.

Anmerkung. Der Anapnograph von Bergeon und Kastus ist ein Spirometer durch die Nase, wobei aber nicht das Luftvolumen ge-

messen wird, sondern wo der Luftstrom durch einen Mechanismus eine Feder bewegt, welche die Inspiration graphisch auf einem Papier wiedergiebt. Auch hier hat man besondere maassgebende Kurven festgestellt (Gaz. hebdom. 2. Ser. V. [XV.] 37. 39. 40. 1868).

Thorakometer.

Mittelst des Thorakometers wird der Brustumfang und die Brustbeweglichkeit gemessen. Die Thorakometrie hat in der praktischen Medicin in diagnostischer Beziehung gar keinen Werth; sie dient nur zur Beurtheilung eines krankhaften Lungenzustandes und ist auch hier nur ein ergänzendes Mittel bei den Resultaten, welche man auf Grund anderweiter physikalischer Untersuchungsmethoden gewinnt. — Für die Beurtheilung eines gesunden Thorax und gesunder Lungen hat die Thorakometrie mehr Werth, da ein in Zahlen ausgedrückter Brustumfang und eine in Zahlen ausgedrückte Brustbeweglichkeit direkte Schlüsse auf die Funktionsfähigkeit der Lungen erlaubt, wenngleich auch hier wieder Palpation, Inspektion, Perkussion, Auskultation viel zuverlässiger und umfassender sind.

Das Thorakometer verdient mehr als bisher Berücksichtigung als Mittel zur Kontrolle der Wirksamkeit oder Wirkungslosigkeit einer Therapie. Wenn auch durch Besserung eines Lungenleidens die bessere Ernährung den Thoraxumfang und dementsprechend auch die Maasse bei der Brustbeweglichkeit vergrössert, so lässt sich doch die thorakometrische Untersuchungsmethode unter Berücksichtigung derartiger Beeinflussungen recht gut verwenden. Ich messe bei meinen Patienten immer den Thoraxumfang und die Beweglichkeit des Thorax und bin mit den Ergebnissen hier mindestens ebenso zufrieden gewesen wie mit denjenigen am Spirometer.

Man misst den Brustumfang und die Brustbeweglichkeit 1) direkt unterhalb der Achselhöhlen, 2) über den Brustwarzen und 3) über der Spitze des epigastrischen Winkels, und zwar am einfachsten mit einem Centimetermaass. Man legt dasselbe um die Brust an den obengenannten Stellen glatt an, lässt tief einathmen, geht dabei mit dem Maass leicht nach und liest die Zahl am Maassband ab; lässt dann tief ausathmen, geht ebenfalls mit dem Maass leicht nach und liest hier die Zahl ab. Man hat dann das Maass für die tiefste Inspiration und tiefste Expiration und in der Differenz beider den Grad der Brustbeweglichkeit (Exkursionsweite). Diese Art der Messung ist meines Erachtens nach die wichtigste, und auch Fröhlich, welcher sich ganz besonders in der Neuzeit um die Thorakometrie verdient machte, stimmt damit überein. Während der Messung lässt man am besten die Arme horizontal halten. Die so erhaltenen Maasse, während der Behandlungszeit mit irgend einem, besonders mechanischen, Mittel unter einander verglichen, geben einen durchaus nicht zu verachtenden Anhaltspunkt für den Wirkungsgrad der Behandlung bei einer Brustkrankheit.

Für die normalen gesunden Maasse hat Fröhlich neuerdings Grenzen angegeben, und zwar bezeichnet er eine Brust mit einem Expirationsumfang von unter 75,0 Centimet. als eine schwache (unreife) Brust, eine solche von 76,0 Centimet. als die Grenze für eine relative befriedigende. Selbstverständlich sind diese Minimalmaasse unter Berücksichtigung der Körpergrösse zu verstehen. — Nach der preussischen Militärinstruktion gilt ein Thoraxumfang von 83—86 Centimet. in der ruhigen Expirationsstellung als Minimum der Brauchbarkeit.

Der Brustspielraum — die Exkursionsweite — bei Gesunden beträgt im Mittel 5—6—8 Centimeter.

Zur besseren Messung des Thorax haben Sibson, Wint-
rich, Waldenburg und noch Andere besondere Thorakometer
angegeben, die mehr oder weniger complicirt sind und nicht
viel mehr leisten als ein gewöhnliches Centimetermaass. Jene
Thorakometer sind Centimetermaasse mit Federn, Uhrwerk
u. dergl. mehr und verhältnissmässig kostspielig. Das von
Waldenburg ist noch das beste und empfehlenswerthe In-
strument und nebenbei auch billig.

Untersuchungen über Thorakometrie stellten an: Wint-
rich (Krankheiten der Respirationsorgane. Virchow's Handbuch
der speciellen Pathologie und Therapie. Bd. V. 1. Erlangen
1854), Arnold, Quain, Hirtz, in der neuesten Zeit
Fröhlich (Zeitschr. für Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe.
N. F. VI. 5. 1867. — Virchow's Archiv für patholog. Ana-
tomie und Physiologie und für klin. Medicin. 54. Bd.).

Anmerkung. Erwähnt sei hier noch: das Cyrtometer von Woillez,
mit welchem man die Formen des Thorax genau darstellen kann. Der-
selbe besteht aus einer 60 Centimeter langen Kette von Fischbeinstäben,
die je 2 Centimeter lang sind und eine doppelte Friktion besitzen, um
die entsprechende Biegung beizubehalten. Alle Glieder haben strenge
Gelenke und sind leicht beweglich. Das Instrument wird nach tiefer
Expiration der Brustwand fest angelegt, an der beweglichen Stelle ge-
öffnet, abgenommen, wieder geschlossen und auf Papier die Form nach-
gezeichnet. — Das Stethogoniometer von Alison hat ähnliche Zwecke,
ebenso der Apparat von Weil.

Nachtrag.

Während der Bearbeitung und des Druckes des vorliegenden Werkes sind mehrere Arbeiten erschienen, welche Kapitel aus der pneumatischen Therapie berühren. Diejenigen dieser Arbeiten, welche in den bezüglichen Abtheilungen des Werkes nicht mehr berücksichtigt werden konnten, schliessen wir hier an.

Zu Seite 14 und Seite 80:

Dr. J. Pircher, Die Ausathmungen aus dem pneumatischen Kabinett in freie atmosphärische oder verdünnte Luft und die Behandlung des Lungenemphysems. — Wiener med. Presse 1876. XVII. 34 u. folgende Nummern.

Die Arbeit erscheint erst, während dieser Nachtrag abgeschlossen wird, wir können den Inhalt derselben demnach nicht besprechen.

Zu Seite 102 (Literatur):

G. Lange, Der transportable pneumatische Apparat und das pneumatische Kabinet. — Deutsche med. Wochenschrift 1876. II. Nr. 12. 13.

G. v. Liebig, Beiträge zur Balneologie und pneumatischen Therapie. — Deutsche med. Wochenschrift 1876. II. Nr. 14. 15.

Geigel, Prof. Dr., Vorläufige Mittheilung über einen kontinuierlich wirkenden, transportablen, pneumatischen Apparat mit neuem mechanischem Princip. — Deutsche med. Wochenschrift 1876. II. Nr. 22.

G. Lange, Die transportablen pneumatischen Apparate. — Deutsche med. Wochenschrift 1876. II. Nr. 24.

Budde, V., Ueber Anwendung der transportablen pneumatischen Apparate bei Behandlung des mit Lungenemphysem und Leberhyperämie complicirten Diabetes mellitus. — Ugeskr. f. Läger. 1876. R. XXI. 23. 24.

Fischl, Joseph, Pneumatische Behandlung der Asphyxien. — Prag. med. Wochenschrift 1876. I. 13. p. 260. (Vortrag in der Plenarversammlung des medicinischen Doktorenkollegiums vom 14. März 1876.)

Riegel, Franz, u. Frank, Ueber den Einfluss der verdichteten und verdünnten Luft auf den Puls. — Deutsches Archiv für klin. Med. 1876. XVII. 4 u. 5. p. 401—417.

Spillmann, Paul, Ueber Aërotherapie. — Revue méd. de l'Est. 1876. V. 6. 7. 9. 10 etc. p. 169. 204. 278. 304. Mars—Juin etc. (Ein Auszug aus: Waldenburg, die pneumatische Behandlung der Respirations- und Cirkulationskrankheiten etc.)

Zu Seite 105—180:

G. Lange's pneumatischer Respirationsapparat.
(Fig. 35.)

G. Lange findet, dass die mit Wasserschluss arbeitenden vorhandenen Apparate manche Uebelstände haben und zwar, dass sie nicht leicht transportabel sind, dass die Leistungen hinsichtlich der Luftdichtigkeiten zu geringe bleiben, dass die Apparate von Zeit zu Zeit und oft nach wenigen Athemzügen neu hergerichtet werden müssen, dass die Luft der Cylinder zu feucht wird, dass die Wassermasse ein Träger von Ansteckungsstoffen, imprägnirt durch die eventuell in den Apparat ausgeathmete Luft, wird, dass die Apparate umständlich für die alternirende Athmungsmethode zu gebrauchen sind, und konstruirte unter Vermeidung aller dieser vermeintlichen Nachtheile seinen eigenen Apparat. Die Ausstellungen, welche G. Lange an den vorhandenen Apparaten macht, sind indess nicht begründet. Denn transportabel sind die Apparate von Waldenburg, Schnitzler, Tobold etc., welche Lange meint, recht gut; die neue Herrichtung dieser Apparate nach Füllung oder Entleerung des Luftcylinders ist durchaus nicht störend und lästig; der Feuchtigkeitsgehalt der zu athmenden Luft wird sicher in den wenigen Minuten (10—15), während welcher sie in Berührung mit dem Wasser ist und während welcher

ingeathmet wird, nicht die von Lange gefürchtete Höhe erreichen, dass er schädlich für die Lungen wirken könne; das alternirende Athmen lässt sich, für Den der viel davon hält (siehe den betreffenden Abschnitt), durch Benutzung zweier Apparate oder der beschriebenen Doppelapparate recht gut anwenden; die Leistungen hinsichtlich der Luftdichtigkeiten der vorhandenen Apparate genügen vollkommen, da man erfahrungsgemäss nicht einmal die höchsten $+$ oder $-$ Drucke,

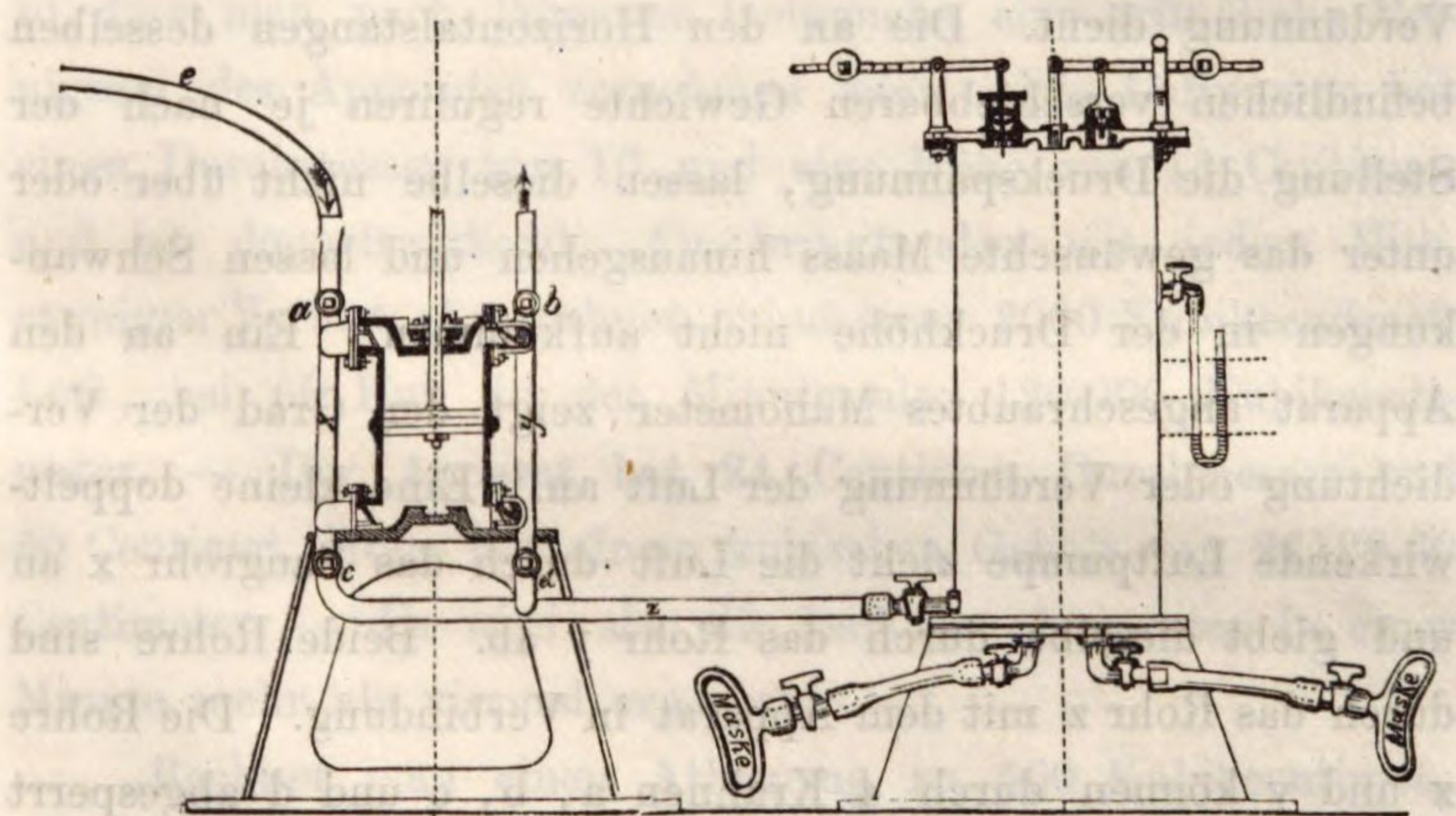


Fig. 35.

welche jene Apparate bieten, anwenden kann. Betreffs der Furcht vor Ansteckung durch eine mit Exhalationsprodukten imprägnirte Wassermasse etc. verweisen wir auf das besondere diesen Gegenstand behandelnde Kapitel.

Die Vortheile des Lange'schen Apparates bestehen darin, dass gleichzeitig zwei Personen den Apparat benutzen können und dass er keine Wasserfüllung, die nur nicht bequem ist, braucht. Einen wesentlichen Nachtheil aber müssen wir darin finden, dass eine Person zur Handhabung der Pumpe nöthig

wird und dass der Apparat, wie Lange selbst zugesteht, kostspieliger ist, als es seine Vorgänger sind.

Lange benutzt zum Füllen und Entleeren eines mit Sicherheitsventilen versehenen wenig umfangreichen Cylinders eine kleine Luftpumpe und sagt über Konstruktion und Leistung seines Apparates Folgendes. „Derselbe besteht aus einem von starkem Blech gefertigten Cylinder, auf dessen Deckel zwei Sicherheitsventile angeschraubt sind, von welchen das eine zur Regulirung der Verdichtung, das andere zu derjenigen der Verdünnung dient. Die an den Horizontalstangen desselben befindlichen verschiebbaren Gewichte reguliren je nach der Stellung die Druckspannung, lassen dieselbe nicht über oder unter das gewünschte Maass hinausgehen und lassen Schwankungen in der Druckhöhe nicht aufkommen. Ein an den Apparat angeschraubtes Manometer zeigt den Grad der Verdichtung oder Verdünnung der Luft an. Eine kleine doppelwirkende Luftpumpe zieht die Luft durch das Saugrohr x an und giebt dieselbe durch das Rohr y ab. Beide Rohre sind durch das Rohr z mit dem Apparat in Verbindung. Die Rohre x und y können durch 4 Krahn a, b, c und d abgesperrt werden. Ist der Krahn c und b geschlossen, a und d offen, so wird die Luft in dem Apparat verdichtet, ist dagegen der Hahn a und d geschlossen, c und b offen, so wird sie verdünnt, indem sie durch c und x angesaugt und durch y und b in's Freie entleert wird. Das Saugrohr x steht durch das Rohr e mit der freien Luft in Verbindung, so dass stets reine — nicht Zimmerluft — dem Apparate zugeführt wird. Bei kaltem Wetter wird die Luft in einer Schlange, die durch beliebig warmes oder heisses Wasser geht und zwischen Luftpumpe und Apparat eingeschaltet werden kann, erwärmt.“

„Der Cylinder hat 2 Krahn, an welchen die zum Athmen bestimmten Schläuche mit den Masken befestigt und abge-

nommen werden können. Zum Ein- und Ausathmen sind besondere Schläuche vorhanden, so dass kein Schlauch, der zum Ausathmen dient, für das Einathmen benutzt wird. Die Oeffnungen für das Anlegen der Schläuche sind möglichst nahe an dem nach der Luftpumpe führenden Rohre angebracht, so dass stets die zugeführte frische Luft eingeathmet wird, und dass bei dem Ausathmen in den Apparat die Expirationsluft sogleich von der Luftpumpe angesaugt werden muss. Der Deckel mit den Ventilen kann abgeschraubt werden, so dass man nach längerem Gebrauche eine gründliche Reinigung des Apparates vornehmen kann. Die Luftpumpe hat einen Durchmesser von 10 und eine Höhe von 14 Centimet. und ist doppelwirkend. Sie bringt also mit jedem Hub, etwaigen Verlust abgerechnet, mindestens 2000 Kubikcentimet. Luft, bei 60 Hub in der Minute also 120,000 Kubikcentimeter. — Der Apparat hat 24 Centimet. Durchmesser und 60 Centimet. Höhe mit einem kubischen Gehalt von 27129,60 Centimeter. — Es wird also die Luft des Apparates in einer Minute mehr als viermal erneuert.“

„Rechnet man einen Athemzug zu 500 Kubikcentimet., so athmet eine Person per Minute 7500, wenn man 15 Athemzüge in der Minute annimmt, und athmen 2 Personen 15000 Kubikcentimet. Luft in derselben Zeit aus; es bringt also die Luftpumpe per Minute achtmal so viel Luft, als zwei Personen verbrauchen können, so dass selbst für den Fall, dass 2 Personen den Apparat gleichzeitig benutzen, stets durchaus reine Luft zum Einathmen vorrätig ist. 30—40 Hub der Luftpumpe würden schon vollständig genügen.“

„Soll der Apparat benutzt werden, so setzt man die Luftpumpe in Bewegung, und sobald das Manometer die gewünschte Druckhöhe erreicht hat, schiebt man das an dem Sicherheitsventil befindliche Gewicht so zurecht, dass solche konstant

bleibt. Nun lässt man Ein- oder Ausathmen. Will man etwa während des Gebrauches die Druckhöhe ändern, so kann dies sogleich durch Verschieben des Gewichtes beliebig in Vollzug gesetzt werden.“

Geigel's transportabler pneumatischer Apparat.

In einer vorläufigen Mittheilung der deutschen medicinischen Wochenschrift (1876. II. Nr. 22) zeigt Professor Geigel in Würzburg an, dass er einen kontinuierlich wirkenden, transportablen pneumatischen Apparat, der auf den Principien des Schöpfradgebläses beruhe, erfunden habe. Der Apparat soll nach des Erfinders Meinung bedeutende Vorzüge vor allen bis jetzt bekannten gleichen Apparaten haben und wird demnächst im Archiv für klinische Medicin von Ziemssen und Zenker in allen seinen Einzelheiten beschrieben werden. Wir bemerken dazu, dass die sogenannten Ventilatoren, welche vielleicht identisch mit dem Schöpfradgebläse sind, bereits von Fränkel zur Erzeugung von Luftverdünnungen und Luftverdichtungen vorgeschlagen wurden (vergleiche Seite 182).

Zu Seite 198:

Die Zahlen über die den Lungen durch Ausathmung in verdünnte Luft entzogene Residualluft, wie sie Waldenburg angiebt, drücken nicht das Volumen der Residualluft aus, welches wirklich den Lungen entzogen wurde, sondern das Volumen der entzogenen expandirten Residualluft; denn die Luft, wenn sie in den luftverdünnten Raum des Apparates geathmet wird, wird ebenfalls expandirt und stellt somit ein grösseres Volumen dar als das, welches die Luft bei dem Dichtigkeitsgrad der atmosphärischen Luft innerhalb der Lungen einnahm. Es müssen die Zahlen, welche die Menge der von

Waldenburg den Lungen entzogenen Residualluft ausdrücken, also dem negativen Druck im Apparat entsprechend reducirt werden, und dieselben stellen sich demzufolge etwas niedriger.

Zu Seite 208:

Anmerkung **) Riegel und Frank untersuchten wie Waldenburg die Einwirkung der verdichteten und verdünnten Luft auf den Puls gesunder Personen mit dem Sphygmographen und kamen zu anderen Resultaten wie dieser. Ausserdem konnten Riegel und Frank meist eine Anfangs- (primäre) und eine Endwirkung (sekundäre) unterscheiden, welche entgegengesetzter Natur waren und von welchen sie die Endwirkung für die wichtigste halten. Wir sehen auch aus den Resultaten der Riegel-Frank'schen Untersuchungen, welche mit grosser Gewissenhaftigkeit ausgeführt erscheinen, wie schwierig die Lösung der Frage über die Wirkung der verdichteten und verdünnten Luft auf die Cirkulation ist. In der Endwirkung stimmen die Resultate der Riegel-Frank'schen sphygmographischen Untersuchungen mit den Resultaten der bezüglichen kymographischen Untersuchungen von Ducrocq, Drosdoff und Botschetschkaroff überein und stehen im Widerspruch mit den Resultaten der Waldenburg'schen sphygmographischen Untersuchungen, während die Anfangswirkung theilweise mit Waldenburg's Annahmen übereinstimmt. Von den Waldenburg'schen Untersuchungsergebnissen aber unterscheiden sich die von Riegel-Frank besonders noch dadurch, dass nach diesen die Inspiration komprimirter Luft anders auf den Puls wirkt wie die Expiration in komprimirte Luft, und die Inspiration verdünnter Luft anders als die Expiration in verdünnte Luft. Waldenburg stellt bekanntlich gleiche Wirkungen für Inspiration komprimirter Luft und Expiration in komprimirte Luft und gleiche Wirkungen für Inspiration verdünnter Luft und Expiration in verdünnte Luft auf. Auf weitere Vergleiche unter den Riegel-Frank'schen Kurven und auf weitere Deutungen derselben verzichten wir, zumal die Experimentatoren selbst ihnen ausweichen. Die Resultate der Riegel-Frank'schen Untersuchungen sind in kurzer Zusammenfassung: 1) Dass bei Expiration in komprimirte Luft (unter Anwendung von $\frac{1}{40}$ Atmosphärendruck) anfänglich der arterielle Seitendruck zunimmt, später aber eine Herabsetzung der arteriellen Gefässspannung eintritt. Der Puls wird zuletzt deutlich dikrot, wird frequenter; eine Aenderung in der Grösse tritt nicht ein. 2) Dass bei Inspiration komprimirter Luft ($\frac{1}{40}$) die ersten in den Beginn der Inspiration fallenden Pulse zweifelsohne auf eine Herabsetzung der Gefässspannung deuten, während der in den letzten Theil der Inspiration fallende Puls Charaktere zeigt, welche schwer zu lösen sind. — Bei einem Individuum zeigte sich im zweiten Abschnitt der Inspiration von mit $\frac{1}{50}$ Druck verdichteter Luft

eine rasche und kontinuierliche Abnahme der Pulsgrösse bis zum völligen Verschwinden, so dass am Schluss nur noch eine schräg nach abwärts verlaufende Linie gezeichnet wurde. Die normale Pulsfigur trat wieder allmählich ein, sobald die Expiration in die gewöhnliche Atmosphäre begann. Waldenburg nimmt eine solche starke Druckherabsetzung nur als Wirkung der Athmung stark verdichteter Luft an und sucht dadurch den seinen Annahmen entgegenstehenden Resultaten der Experimente von Drosdoff und Botschetschkaroff zu begegnen, welche aber unter Anwendung aller Druckgrade zur Athmung komprimirter Luft eine Herabsetzung des arteriellen Blutdruckes fanden. 3) Dass Inspiration verdünnter Luft (bei $\frac{1}{30}$ Atmosphärendruck) eine momentane Herabsetzung aber schliessliche Steigerung des arteriellen Blutdruckes bewirkt. — Anfangs wird der Puls klein; auffällige Schwankungen in der Frequenz kommen nicht vor; die primäre geringe Vermehrung gleicht sich bald aus. 4) Dass bei Expiration in verdünnte Luft ($\frac{1}{60}$ und $\frac{1}{30}$ Atmosphärendruck) im Allgemeinen eine Veränderung des arteriellen Druckes eintritt. Der Puls wird klein und frequent. In einzelnen Versuchen war das Resultat ein negatives.

Ferner untersuchten Riegel und Frank die Wirkungen des Valsalva'schen und des Müller'schen Versuches auf den Puls und fanden, dass ersterer einen ähnlichen Einfluss übt wie die Expiration in komprimirte Luft, letzterer einen ähnlichen Einfluss wie die Inspiration verdünnter Luft (siehe Seite 274 u. 275).

Berichtigungen.

~~~~~  
Seite 26 Zeile 18 von oben lies:  $20 \times 700$  Kubikcentimeter anstatt  $20 \times 700$  Ctmtr.  
„ 146 „ 15 „ „ „ : Einathmens anstatt Ausathmens.

~~~~~


Leipzig, Walter Wigand's Buchdruckerei.

Knauthe, Theodor

Handbuch der pneumatischen Therapie Für praktische Aerzte und Studierende
der Medicin bearbeitet von Theodor Knauthe. Mit einem Anhang: Das
Pneumatometer, der Stethograph, der Anapnograph, das Thorakometer etc. Mit
35 Abbildungen

Leipzig 1876

M.med. 524 pd

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11335046-1